PROSES MANUFAKTUR II
(HMKK430)

RUDI SISWANTO, S.T., M.Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2017

BUKU AJAR

PROSES MANFAKTUR II

HMKK430

Rudi Siswanto, S.T., M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

2017

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur hanya bagi Alloh SWT. semata, karena atas segala petunjuk, rahmat dan hidayah Nya jualah, penyusun dapat menyelesaikan **Diktat Kuliah *Proses Manufaktur II.*** Tujuan dari pembuatan diktat ini adalah untuk memudahkan para mahasiswa dalam memahami pelajaran. Diktat Bahan Kuliah ini telah disesuaikan dengan silabus Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat.

Materi Diktat Bahan Kuliah ini akan membahas tentang ; Proses Penggergajian, Proses penggerindaan, proses pengeboran, proses pembubutan, proses freis dan proses skrap. Diktat Bahan kuliah ini sangat cocok bagi para mahasiswa jurusan teknik (khususnya teknik mesin), para pelajar maupun praktisi yang ingin mendalami tentang proses manufaktur (proses pemesinan). Diktat ditulis dengan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami bagi yang membacanya.

Dengan selesainya penyusunan Diktat Bahan Kuliah ini penyusun mengucapkan terima kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memfasilitasi dalam penyusun Diktat Bahan Kuliah ini.
2. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendorong penyusun dalam menyelesaikan Diktat Bahan Kuliah ini.
3. Rekan-rekan sejawat program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan masukan dan kritik.
4. Istri dan anak-anak tercinta yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam menyusun diktat bahn kuliah ini.

Penyusun menyadari bahwa materi diktat bahan kuliah ini masih banyak kekurangan, untuk itu masukan dan kritik akan penyusun terima dengan senang hati, demi perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga diktat bahan kuliah ini bermanfaat bagi penulis sendiri, serta para pembaca yang budiman.

Banjarbaru, Juni 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....i
KATA PENGANTAR.....ii
DAFTAR ISI.....iii
BAB 1 PERNGGERGAJIAN.....1
BAB 2 PENGGERINDAAN.……..……..9
BAB 3 PENGEBORAN (GURDI).....27
BAB 4 PROSES BUBUT.....43
BAB 5 PROSES FREIS.....74
BAB 6 PROSES SKRAP.....101
DAFTAR PUSTAKA……...……...120

BAB 1
PENGGERGAJIAN

1.1. Pendahuluan

Setiap mesin perkakas potong mempunyai karakterteristik dalam pemotongan baik cara kerja, kapasitas pemotongan , bentuk potongan, kemampuan potong dan jenis material yang dipotong. Hampir setiap mesin perkakas mampu melakukan operasi pemotongan benda kerja, tetapi selalu dalam bentuk yang terbatas. Untuk itu setiap bengkel /industry manufaktur material logam memerlukan mesin khusus untuk memotong logam yang mempunyai karakteristik khusussesuai dengan bidang bekerjaan pemotongan dan material yang akan dipotong.

Berbagai jenis peralatan pemotongan logam banyak dijumpai diberbagai industry untuk mendukung aktifitas produksi yang keberadaannya sangat penting dan vital. Salah satu peralatan potong yang mempunyai bidang kerja khusus memotong logam adalah mesin gergaji. Posisi mesin gergaji logam sangat mendukung untuk proses pekerjaan pemesinan lebih lanjut, misalnya pekerjaan membubut, mengefreis, mengebor, menyekrap dan sebagainya.

Mesin gergaji mempunyai kemampuan memotong semua jenis logam mulai logam yang lunak hingga logam yang keras. Akan tetapi dalam pemilihan jenis mesin gergaji juga harus disesuaikan dengan bentuk, ukuran, dan jenis material yang akan dipotong. Pada mesin gergaji terdiri dari mesin dan alat potong. Berbagai jenis mesin gergaji dan variasi prosesnya antara lain ; gergaji tangan dan mesin gergaji (reciprocating saw, circular saw, band saw). Sedangkan jenis alat/mata potong antara lain ; hacksaw blades, circular metal saw, steel friction disk, abrasive disk, band saw blades, band friction blades, band filling dan sebagainya.

1.2. Klasifikasi Mesin Gergaji

1.2.1. Gergaji Tangan

Gergaji tangan merupakan jenis gergaji yang paling sederhana. Jarak antar gigi bervariasi 0,6 sampai 1,3 gigi/mm, makin kasar (jarang) jarak gigi maka akan

memberi ruang lebih banyak untuk tatal. Jarak gigi tergantung pada ketebalan dan macam benda kerja, secara umum digunakan 0,7 gigi/mm. Untuk benda kerja tipis atau berbentuk tabung dianjurkan jarak gigi yang lebih halus, minimum setiap saat ada 2 gigi yang berada di atas permukaan benda kerja.

Gambar 1.1. Gergaji tangan

1.2.2. Mesin Gergaji

a. Reciprocating Saw

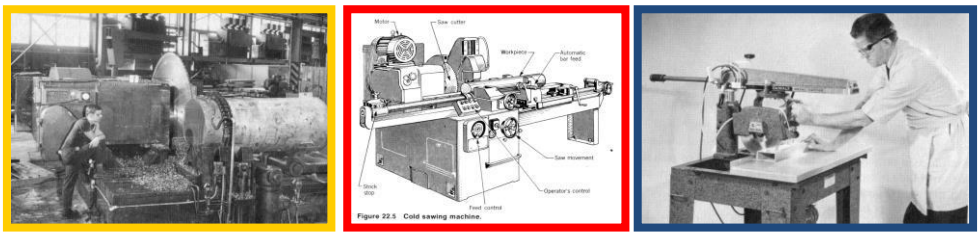
Mesin gergaji dengan prinsip kerja gerak bolak-balik (reciprocating). Penggerak mesin dengan gerak bolak-balik berasal dari gerak engkol atau gerak hidrolis. Dapat digerakkan secara manual, semi otomatis atau otomatis sepenuhnya. Pemindahan daya positif/tekanan seragam sehingga mempunyai kedalaman pemotongan yang pasti untuk setiap langkah pada pisau bervariasi langsung dengan banyak gigi yang bersinggungan dengan benda kerja. Pemindahan gaya gravitasi, yaitu pisau gergaji ditekan kedalam benda kerja dengan bantuan dari berat pisau gergaji dan rangka pemegang pisau gergaji (frame). Atau dengan tambahan pemberat, tekanan pegas, mengatur tekanan hidroulis.

Gambar 1.2. Mesin gergaji reciprocating saw

b. Circular Saw

Pisau gergaji berupa piringan dengan diameter yang agak besar, dapat memotong benda sampai dengan diameter 200 mm. Pisau gergaji berputar dan bergerak ke arah benda kerja untuk melakukan pemotongan. Pisau gergaji piringan diameter hingga

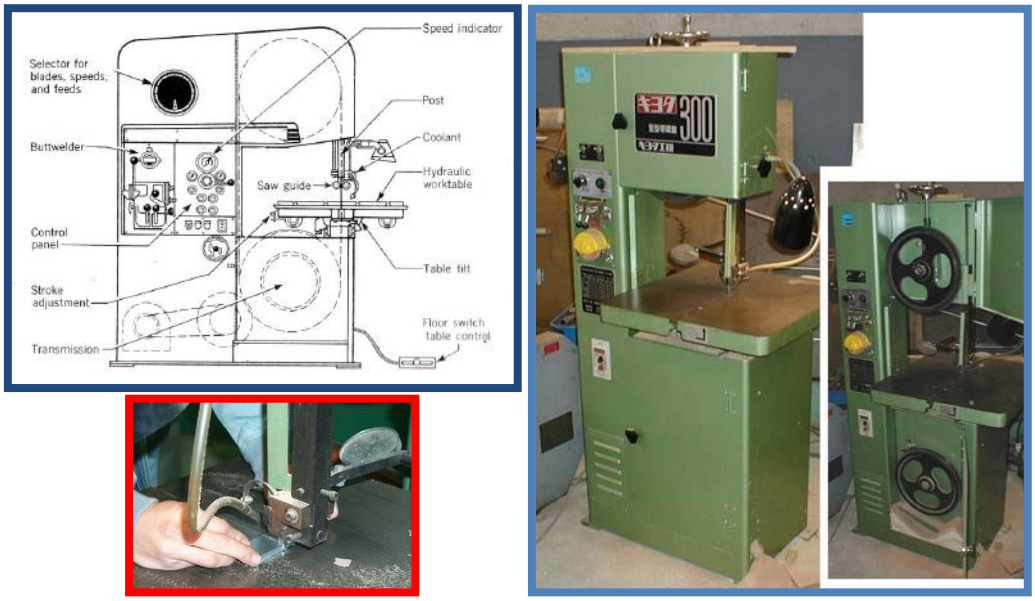
400 mm,kecepatan potong : 10-25 m/menit (besi), 60-1200 m/menit (logam selain besi).



Gambar 1.3. Mesin gergaji circular Saw

c. Band Saw

Mesin gergaji jenis ini dirancang untuk pemotongan lurus, tetapi secara terbatas juga bisa untuk memotong bentuk kurva pada logam. Pemotongan kontur pada cetakan, jig, cam, cap atau bagian yang lain yang biasanya diselesaikan dengan mesin yang lain atau dengan tangan dengan biaya yang lebih besar, dapat dikerjakan dengan *band-saw*. Mesin ini bisa untuk logam maupun non-logam/kayu dengan kecepatan potong dan jenis gergaji yang berbeda. Sebagian besar mesin dirancang untuk beroperasi pada posisi tegak dan benda kerja ditahan oleh meja horizontal yang bisa dimiringkan untuk mendapatkan pemotongan menyudut. Konstruksi gigi *band-saw* ini mirip dengan *hack-saw*, bentuk *straight* dan *skip* banyak digunakan, sedangkan jenis s*kip-tooth* digunakan untuk benda kerja non-ferro dan non-metal

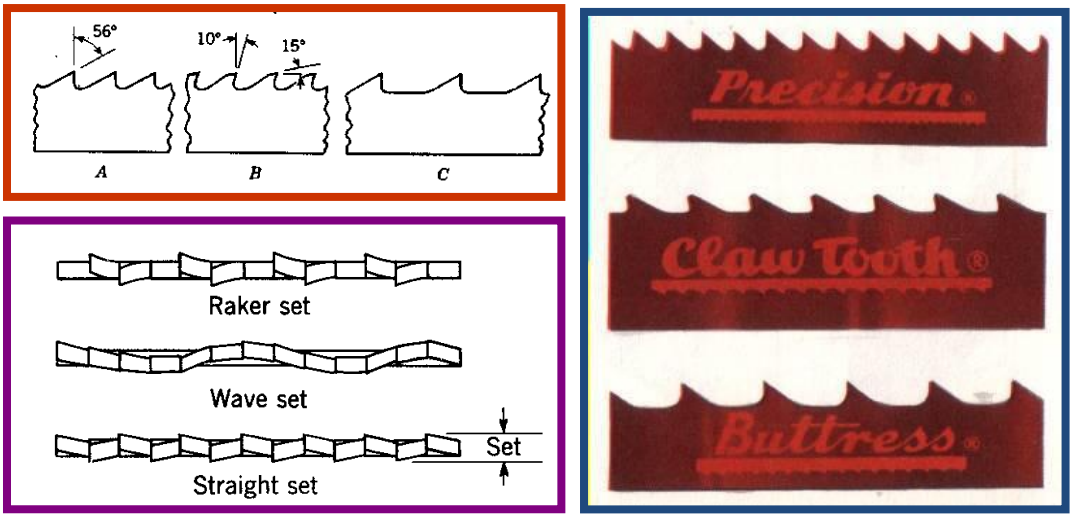


Gambar 1.4. Mesin gergaji ban Saw

1.3. Alat/Pisau Potong

a. Hacksaw blades

Pisau potong jenis ini mirip dengan pisau gergaji tangan. Pisau gergaji HSS mempunyai panjang 300 – 900 mm dengan ketebalan 1,3 – 3,1 mm, jarak gigi lebih kasar, 0,1 – 0,6 gigi/mm. Bentuk mata/pisau hacksaw blades ada 3 tipe, yaitu; (A) straight tooth, (B) undercut tooth dan (C) skip tooth. Bentuk yang digunakan biasanya paling banyak A, sedangkan B digunakan untuk gergaji besar. Untuk efisiensi pemotongan baja biasa atau besi tuang digunakan jarak gigi sekasar mungkin (min. 2 gigi berada di atas bidang yang dipotong). Baja dengan karbon tinggi atau baja paduan memerlukan jarak gigi yang medium sedangkan logam tipis memerlukan jarak gigi yang lebih halus.

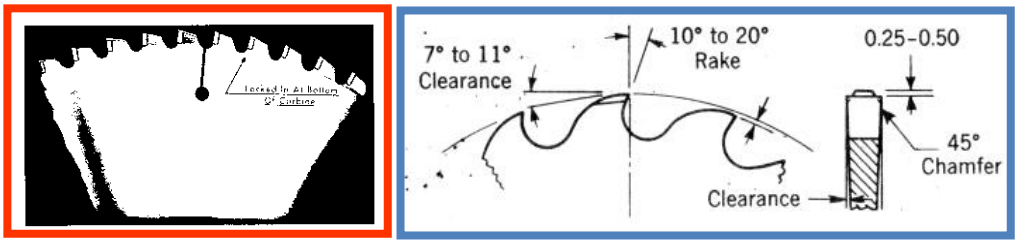


Gambar 1.5. Tipe hacksaw blades

Untuk menjaga agar gerakan gergaji tidak terkunci di dalam benda kerja, gigi gergaji harus di-set agar bisa mendapatkan ruang/bidang yang sedikit lebih tebal dari batang gergaji. *Straight tooth*, satu gigi ke kanan dan satu gigi ke kiri, digunakan untuk memotong plastik, tembaga, kuningan dan sebagainya. *Raker tooth*, satu gigi ke kanan + satu gigi ke kiri, dan satu gigi lurus, digunakan untuk pemotongan sebagian besar baja dan besi. *Wave tooth*, setting gigi seperti gelombang, digunakan untuk pemotongan tabung atau plat. Dianjurkan untuk menggunakan pendingin/pelumasan untuk melumasi alat iris dan membersihkan dari tatal-tatal kecil. Panas yang dihasilkan kecil, sehingga lebih utama problem pelumasannya.

b. Circular metal saw

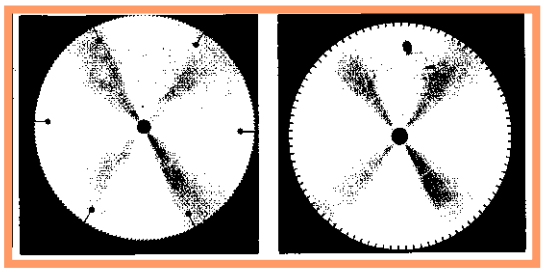
Prinsip kerja *circular metal saw* mirip dengan *metal sliting saw* yang digunakan di mesin fris. Metal sliting dibuat hanya sampai diameter 200 mm. Panas yang dihasilkan kecil, sehingga yang lebih utama adalah problem pelumasannya. Gergaji yang utuh (solid) mempunyai diameter 400 mm, dibatasi oleh biaya dan karena gigi yang rusak tidak bisa diganti. Gergaji yang besar menggunakan gigi-2 insert, setengah dari gigi-2 mempunyai tinggi yg berbeda. Gigi yg tinggi untuk pemakanan kasar dan mempunyai *chamfer* 45^o pada ke dua sisinya. Gigi yg lebih pendek untuk finishing. Sudut bebas = 7^o untuk besi tuang dan baja ummnya. Untuk non-ferro naik sampai 11^o. *Rake angle* bervariasi dari 10 – 20^o, makin kecil untuk benda kerja yang semakin keras. *Cutting speed* untuk logam ferro = 0,1 – 0,4 m/detik, untuk non-ferro = 1 – 20 m/detik. Umur alat iris akan lebih lama pada kecepatan yang lebih rendah.



Gambar 1.6. Konstruksi pisau gergaji circular saw

c. Steel friction disk

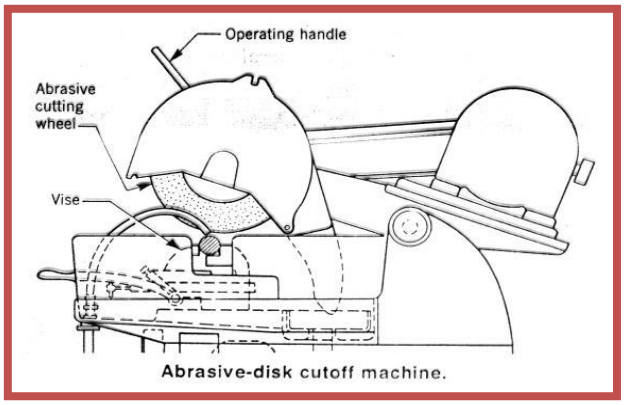
Tipe pisau gergaji ini dapat melakukan pemotongan lurus dan lengkungan. Dirancang dengan pisau gergaji yang beroperasi dalam kedudukan vertikal dan benda kerja ditahan oleh meja horizontal yang dapat disetel pada posisi miring untuk memotong tidak tegak lurus pada sumbu batang. Kecepatan potong 15-450 m/menit, dipilih sesuai dengan jenis bahan yang diiris. Sering digunakan untuk memotong keramik.



Gambar 1.7. Pisau gergaji tipe steel friction disk

d. Abrasive disk

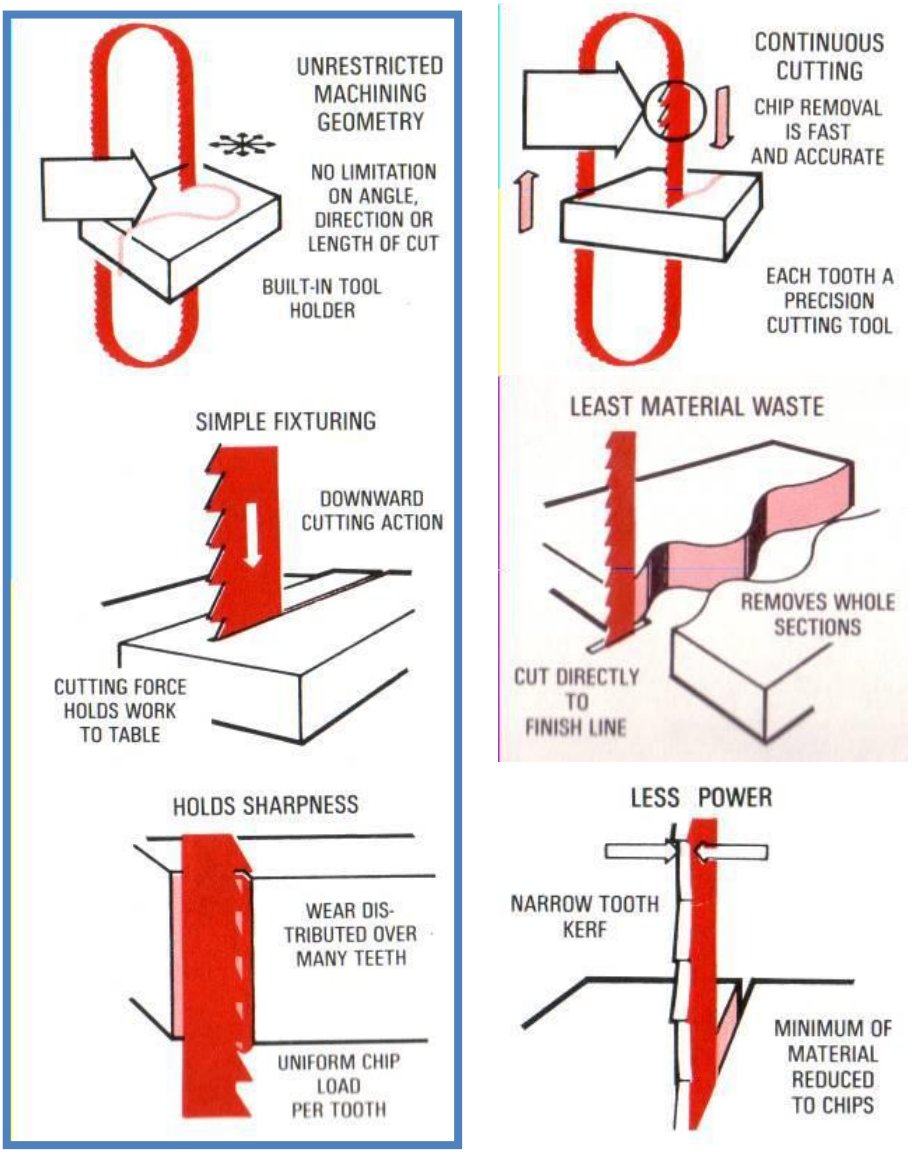
Tipe pisau gergaji *abrasive disk* digunakan pada kondisi kering maupun basah. Digunakan untuk memotong logam ferro maupun non-ferro. Untuk memotong benda kerja pejal sampai diameter 50 mm sedang untuk pipa sampai diaameter 90 mm. Untuk pemotongan kering menggunakan *resinoid-bond* dengan kecepatan 5000 m/menit, sedang untuk pemotongan basah menggunakan *rubber-bond* dengan kecepatan 2500 m/menit.



Gambar 1.8. Tipe pisau gergaji abrasive disk

e. Band saw blades

Tahap penting adalah memilih gergaji yang tepat untuk setiap pemotongan Lebar gergaji ditentukan oleh kecepatan yang digunakan dan bentuk kurva yang harus dipotong. Gunakan gergaji selebar mungkin. Menggunakan *straight* dan *skip-tooth. Skip-tooth* bisa diganakan untuk non-ferro, non-metallic dan logam ferro dengan ketebalan yang cukup besar (menggunakan gigi-2 kasar).Kecepatan yang digunakan bervariasi antara 15 sampai 450 m/menit tergantung pada jenis benda kerjanya.



Gambar 1.9. Tipe pisau gergaji band saw blades

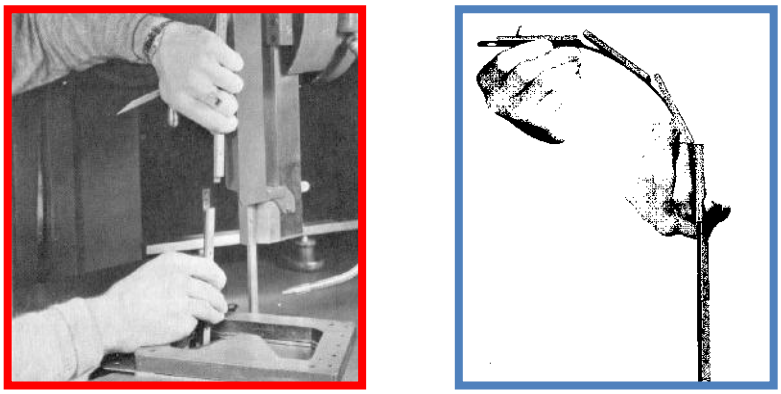
f. Band friction blades

Tipe pisau geraji ini digunakan pada mesin gergaji pita dengan kecepatan tinggi. Kecepatan yang digunakan antara 900 sampai 4600 meter/menit. Harus dicek dengan ketat kesesuaian jarak gigi (*pitch*) dengan ketebalan benda kerja yang akan dipotong. Jarak gigi untuk benda kerja tebal = 2,5 mm dan untuk benda kerja tipis sampai 1,4 meter/menit. Pemotongan jenis ini dibatasi secara relatif oleh ketipisan benda kerja dan beberapa bahan *thermoplastic*.

Gambar 1.10. Tipe pisau gergaji band friction blades

g. Band filling

Bila diinginkan hasil pengerjaan benda kerja yang lebih baik, bisa digunakan *band-file*. *File-band* dipasangkan pada pita baja yang fleksibel (Flexible *Swedish steel band*). Kelebihan / keuntungan pemotongan ini adalah penyelesaian dengan langkah turun yang tetap (*continuous).*



Gambar 1.11. Tipe pisau gergaji band filing

BAB 2
PENGGERINDAAN

2.1. Pendahuluan

Mesin gerinda merupakan suatu alat yang digunakan untuk proses pemotongan logam secara abrasif melalui gesekan antara material abrasif dengan benda kerja (logam). Pada mesin gerinda, putaran batu pengasah pada penyayatan benda kerja diperlukan putaran kecepatan pemotongan yang sangat tinggi. Mesin gerinda digunakan untuk pengasahan benda kerja yang bulat, pengasahan benda kerja permukaan rata, pengasahan benda kerja bentuk, dan pengasahan pahat pemotong (*cutting tool*) mesin-mesin perkakas. Selain itu, gerinda juga digunakan untuk memperhalus dan membuat ukuran yang akurat permukaan benda kerja (*finishing*).

2.2. Tipe Mesin Gerinda

2.2.1. Pedestal Grinding Machine (Gerinda Pedestal)

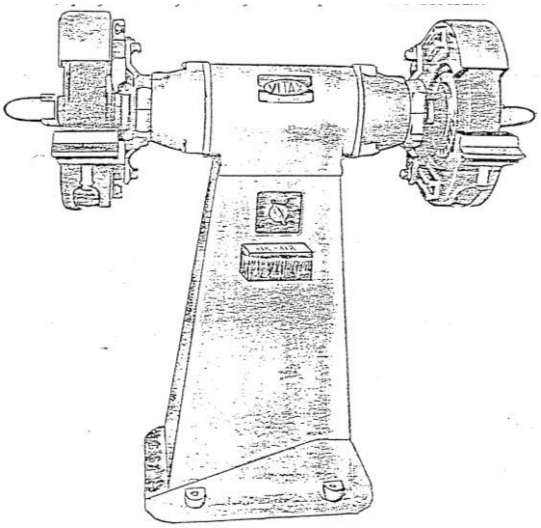
Pedestal grinding machine (Gerinda Pedestal) digunakan untuk menggerinda alat-alat pemotong seperti mata bor (Fice drill), pahat bubut, pahat sekrap dan sebagainya. Bentuk alat tersebut memiliki dua roda gerinda (kanan dan kiri) yang dihubungkan dengan satu rotor motor listrik.

Dua roda gerinda ini dibuat berlainan jenis kekasaran batu gerindanya. Dimuka batu gerinda dipasang landasan benda kerja agar benda kerja yang sedang digerinda dapat duduk berlandasan dengan baik dan sernpurna. Landasan ini dapat diatur maju mundur serta naik turunnva, sesuai dengan kebutuhan. Diujung poros gerinda diperlengkapi alat pengerem, untuk mempercepat penghentian putaran roda gerinda. Pada waktu menggerinda, alat-alat potong harus sering didinginkan pada bak pendingin yang telah disediakan, terletak pada tiang penyangga gerinda tersebut.

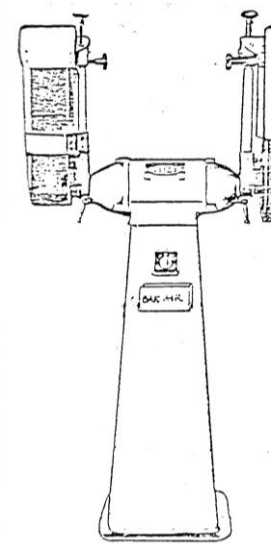
2.2.2. Belt Sanding Grinding Machine

Belt sanding machine adalah suatu mesin gerinda, yang tidak menggunakan batu gerinda lagi, tetapi menggunakan sabok yang dibuat dari karet yang dilapisi, diolah dengan serbuk batu gerinda Belt sanding machine digunakan untuk menyelesaikan

pekerjaan akhir. Sesuai dengan sifat keelastisan dari alat ini, maka diharapkan dengan menggunakan alat beIt sandinq machine dapat menghasilkan suatu benda kerja yang betul-betul halus.



Gambar 2.1. Mesing gerinda Pedestal

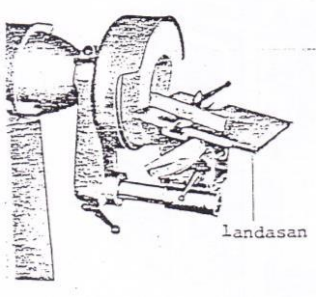


Gambar 2.2. Mesin gerinda Belt Sanding

2.3. Bagian-bagian Utama Mesin Gerinda

a. Landasan Benda Kerja

Berguna untuk mendudukan benda kerja yang akan kita grerinda, agar benda kerja tidak mengikuti getakan putatan batu gerinda. Denqan landasan benda kerja, maka dalam penggerindaan dapat lebih mudah dibentuk menurut kebutuhan.Perhatikan bahwa jarak antara landasan pahat dan roda girinda tidak boleh lebih besar dari 2 mm, kalau tidak, pahat akan masuk mengikuti arah putaran pada gerinda sehingga dapat mematahkan/menghancurkan roda gerinda sebelum mulai menggerinda, periksalah dengan cermat landasan Pahat tersebut apakah terpasang dengan kuat pada posisi yang dikehendaki.



Gambar 2.3. Landasan benda kerja

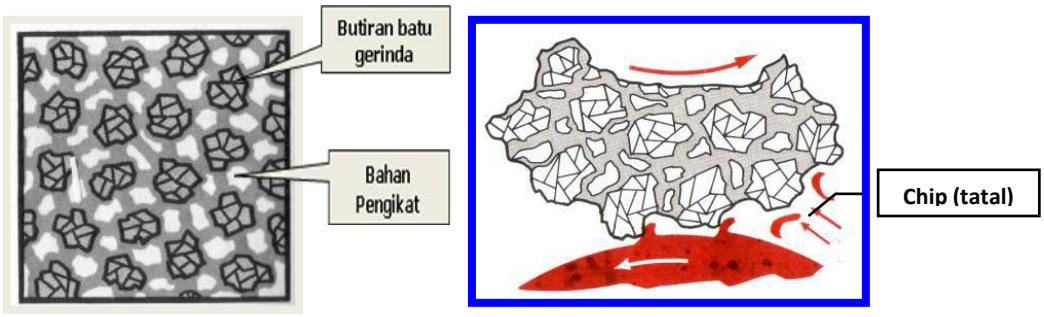
b. Sistim Pendinginan

Bila mesin gerindanya tidak dilengkapi dengan pompa air untuk penggerindaan basah, bak/tempat air kecil yang berisi air bersih harus diletakkan pada bagian kaki Dari mesin gerinda.Mata bor harus sering didinginkan, kalau tidak ujung pemotong akan menjadi panas dan melunak.Pahat-pahat carbide, bila diasah dengan pendinginan yang tidak tetap akan retak dan pecah. Pahat ini paling baik diasah dalam keadaan kering atau pada mesin gerinda yang dilengkapi dengan sistim pendinginan yang terus – menerus.

c. Batu Gerinda

Batu gerinda/batu amplas/batu asah atau a*brasive wheel* (piringan abrasif) merupakan *cutting tool* (pisau potong) yang terbuat dari butiran pengasah dan pengikat/perekatnya. Pada batu gerinda biasanya terdapat : *bush* yang sesuai dengan spindel mesin, penyekat/pembatas antara *flens* dengan batu gerinda yang mana sifat-sifat roda gerinda juga dituliskan di sini. Batu gerinda merupakan kumpulan dari butiran-butiran batu gerinda yang diikat oleh suatu bahan pengikat.

Fungsi batu gerinda digunakan untuk ; (a) menghilangkan bagian-bagian benda dengan cara gesekan yang akan menghasilkan permukaan yang halus, (b) memotong, sebagai alat iris yang dipergunakan kepingan-kepingan batu gerinda. Butiran-butiran batu gerinda bekerja sebagai pahat kecil yang mengambil tatal halus dari benda kerja. Setelah penggunaan beberapa saat, butiran batu akan tumpul, sehingga tahanan potong menjadi besar. Hal ini mengakibatkan bahan pengikat tidak kuat menahan gaya gesek dan tekan, sehingga butiran batu gerinda yang sudah tumpul akan lepas. Ketika butiran yang sudsh tumpul lepas dari ikatan, akan muncul butiran yang baru dan masih tajam. Oleh karena itu dikatakan, bahwa batu gerinda tidak perlu di asah.



Gambar 2.4. Batu gerinda

2.4. Bahan Butiran Batu Gerida

A. Bahan Alam

1. Sand Stone

- Kekerasan rendah dan tidak baik untuk kecepatan tinggi
- Hanya digunakan untuk gerinda tangan

2. Emery

- 50-60 % Kristal Al2O3 + oksida besi
- Bila dicampur dengan bahan pengikat akan menjdi batu gerinda lunak (tidak terikat degan kuat)
- Kwalitas rendah, dan penggunaannya terbatas
- Tidak baik untuk kecepatan tinggi

3. Corudum

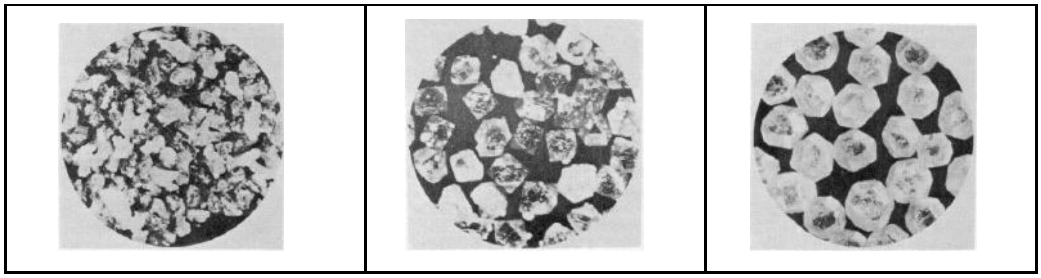
- Sangat keras, kualitas akan seperti Emery jika dicampur bahan pengikat
- Tidak cocok untuk kecepatan tinggi
- 75-90% kristal Al_2O_3+oksida besi

4. Diamond

- Sangat keras, bahan pengikat khusus.
- Harga awal mahal, tetapi mempunyai sifat-sifat ekonomis, yaitu; mampu untuk bekerja dengan cepat, mempunyai umur yang lebih lama, dalam pengoperasiannya panas yang timbul tidak berlebihan (karena tajam dan tahanan potong kecil)

Tabel 2.1. Batu gerinda tipe diamond

RVG Diamond	MBG II diamond	MBS diamond
• Susunan kristal rapuh • Bahan pengikat resinoid/ Vitrified • Dapat untuk proses basah/kering. • Digunakan untuk menggerinda bahan-bahan sangat keras	• Tidak serapuh RVG Diamond • Digunakan untuk menggerinda bahan-bahan seperti cemented carbide,sapphir, atau keramik	• Kristalnya paling kuat dibandingkan jenis-jenis yang lain • Digunakan dalam *Metal Bonded Saws* untuk memotong beton, marmer, granit, batu atau ubin



Gambar 2.5. Struktur kristal diamond

B. Bahan Buatan

Bahan pasir gerinda sintetis sering disebut juga disebut dengan ***Electrical furnace abrasive*** (karena hasil dari dapur listrik).

1. Silicon Carbide (SiC) → $Si0_2$ (pasir silika)+ 3C (kokas) → SiC + 2 CO

- Kekerasan sedikit > 9,5 Mohs (skala kekerasan Mohs 1 s/d 10, diamond=10)
- Sisi iris sangat tajam, tetapi lebih rapuh dari pada Al_2CO_3
  - Green grit (97%SiC) untuk cemented carbide & bahan keras lainnya.
  - Black grit (95% SiC) untuk besi tuang & bahan non-ferrous metal
- Umumnya digunakan untuk bahan dengan tensile strength yang rendah (*cast iron, aluminium, bronze, non metalic material)*

2. Alumunium Oxide (Al_2O_3) / *artificial corundum*

- Lebih lunak dari pada SiC
- Tersusun dari Al_2O_3 (mineral bouxite) dari pencairan Oksida Al dalam dapur listrik
  - *Alundum* (warna coklat) : 86-91% Al_2O_3
  - *White Alumunium Oxide/corrox* (warna putih/abu-abu/light pink) : lebih keras dari alundum, tetapi lebih rapuh, biasa digunakan untuk pengerjaan kasar. 96-99 % Al_2O_3
- Umumnya digunakan untuk bahan dengan tensile strength yang tinggi

3. Boron Carbide

- Kekerasannya amat tinggi, lebih keras daripada SiC, mendekati intan
- Digunakan untuk pengasahan logam-logam khusus

4. Cubic Boron Nitride (kristal Borazon T C BN)

- Kekerasannya antara SiC dan Intan, 2 kali Al_2O_3 , tahan sampai 1370^o C

- Untuk menggerinda HSS dengan mudah dan teliti, dalam beberapa aplikasi lebih baik dari pada intan

2.5. Bahan Pengikat Butiran Batu Gerinda

A. Bahan Organik

1. **Resinoid/damar/bakelit**
   - Kuat dan keras (mampu pemakanan cepat 9.500-16.000 feet/menit)
   - Bisa digunakan secara umum
2. **Rubber**
   - Elastis dan sesuai untuk roda gerinda yang tipis
   - Kecepatan antara 9.000 – 16.000 Rpm
3. **Shellac**
   - Kuat, elastis, lenting, dan tidak sensitif terhadap beban kejut (keuntungannya)
   - Kurang berpori (pori-pori cepat terisi tatal/debu logam)
   - Pada suhu > 200 ^{0}C akan lunak, tidak tahan panas, sehingga tidak bisa digunakan untuk produksi dengan bahan kerja yang besar atau terus menerus digunakan dalam waktu yang lama.
   - Banyak digunakan untuk batu gerinda yang tipis, roda gerinda dengan bentuk tertentu dan finishing cam shaft.

B. Bahan Anorganik

1. **Vitrified bond**
   - Sekitar 75% batu gerinda menggunakan bahan pengikat ini
   - Baik untuk pengerjaan kasar dengan kecepatan keliling ± 30 m/sec (degan 5500-6500 rpm)
   - Untuk menggerinda sejenis titanium, kecepatan < 7,5 m/detik dengan Rpm < 3600
   - Batu gerinda yang dihasilkan mempunyai sifat ;
     - Biasanya banyak pori
     - Tahan air, panas, minyak, cuaca, bahan kimia, dan karat
     - Tajam tetapi tidak elastis sehingga mempunyai kerugiannya ; sensitif terhadap beban kejut, kecil ketahanannya terhadap beban lengkung.

2. Silikat

- Pemakaiannya bisa halus
- Cocok untuk pemakanan cepat (panas yang ditimbulkan cukup kecil)
- Baik untuk roda gerinda dengan diameter besar, dengan silikat batu gerinda tidak pecah (saat dibakar).
- Kekerasan roda gerinda dipengaruhi oleh jumlah silikat dan jumlah tempaan makin banyak akan semakin keras.

2.6. Proses Pembuatan Batu Gerinda

Batu gerinda dibuat dari campuran antara butiran batu gerinda dengan bahan pengikat, dengan tahapan sebagaimana berikut.

a. *Pemecahan* (setiap bahan abrasive diperkecil ukurannya dengan roll/crusher, kemudian disaring)
b. *Pemisahan* (dilewatkan pada magnetic separator, untuk menghilangkan campuran besi)
c. *Pencucian* (untuk menghilangkan debu dan bahan-bahan lainnya).
d. *Penyaringan* (butiran batu gerinda diklasifikasikan dengan menggunakan *vibrating standar screen* berdasar pada ukuran *mesh* (jala penyaringnya)).
e. *Pencampuran* (dicampur dengan bahan pengikat,)
f. *Pencetakan* (dibentuk dengan mesin press)
g. *Pemanasan* (tergantung jenis bahan pengikatnya).

2.7. Pemilihan Batu Gerinda

Ketika melakukan pekejaan menggerinda, harus sesuai antara material dan batu gerinda yang digunakan, sehingga diperoleh hasil yang maksimal. Dalam pemilihan batu gerinda ada beberapa factor yang perlu dipertimbangkan, yaitu ;

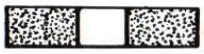
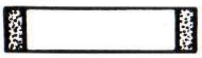
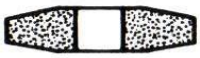
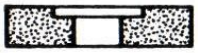
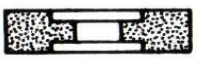
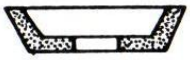
- Ukuran dan Bentuk dari Batu Gerinda
- Macam Butiran Batu Gerinda (SiC, Al_2O_3, dan lain-lain)
- Grain Size
- Kekuatan Bahan Pengikat
- Struktur / Grain Spacing
- Macam Bahan Pengikat
- Fungsi Batu Gerinda

a. Ukuran dan Bentuk dari Batu Gerinda

Bentuk batu gerinda sudah distandardisasi oleh *United States Departement of Commerce and The Grinding Wheel Manufactures Association.*

- Type 1, 5, dan 7 untuk menggerinda permukaan silindris baik dari dalam maupun luar dan juga digunakan untuk menggerinda permukaan benda kerja yang datar.
- Type 2 dapat digunakan dengan permukaan kerja pada kelilingnya maupun pada
- Type 5 dan 7 digunakan dengan memakai *flens* (ring) yang berfungsi sebagai pengaman, bila terjadi patah maka roda gerinda tidak lepas
- Type 6 pengunaan utamanya adalah untuk penggerindaan permukaan tetapi juga bisa untuk penggerindaan secara umum
- Type 11 dan 12 untuk menggerinda alat-alat
- Type 13 untuk menggerinda alat-alat dan gergaji

Tabel 2.2. Tipe batu gerinda dan penggunaan

Shape	Name	Applications
	Straight (Type 1)	Cylindrical, centreless, internal, cutter, surface, and offhand grinding operations
	Cylinder (Type 2)	Surface grinding on horizontal and vertical spindle grinders
	Tapered (both sides) (Type 4)	Snagging operations. The tapered sides lessen the chance of the wheel's breaking.
	Recessed (one side) (Type 5)	Cylindrical, centreless, internal and surface grinders. The recess provides clearance for the mounting flange.
	Straight cup (Type 6)	Cutter and tool grinder and surface grinding on vertical and horizontal spindle machines
	Recessed (both sides) (Type 7)	Cylindrical, centreless, and surface grinders. The recesses provide clearance for mounting flanges.
	Flaring cup (Type 11)	Cutter and tool grinder. Used mainly for sharpening milling cutters and reamers
	Dish (Type 12)	Cutter and tool grinder. Its thin edge permits it to be used in narrow slots
	Saucer (Type 13)	Saw gumming, gashing milling cutter teeth

b. Grain Size

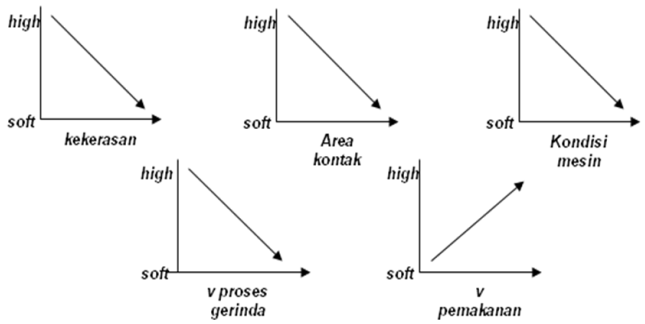
1) Tergantung dari ukuran vibrating standar screen (saringan yg. digunakan), misal no. 30, berarti butiran lewat screen ukuran 30 mesh/in tetapi tidak lewat screen ukuran di atasnya (36 mesh/in).
2) Berdasarkan Grain Size bisa di klasifiksikan ;
   - 4-12 mesh/in : sangat kasar
   - 14-24 mesh/in : kasar
   - 30–60 mesh/in : medium
   - 70 – 120 mesh/in : halus
   - 150- 240 mesh/in : sangat halus
   - 280 - 600 mesh/in : ukuran tepung
3) Penggunaannya :
   - 6 -24 : untuk pengerjaan awal dan bahan yang lunak
   - 70 – 120 : untuk pengerjaan akhir
   - 150 – 240 : untuk pengerjaan bahan keras
4) Batu gerinda kasar untuk pembuangan bahan dengan cepat, benda kerja lunak batu gerinda halus untuk pengerjaan akhir

c. Kekuatan Bahan Pengikat

Derajat kekuatan yang dimiliki bahan perekat untuk menahan butiran abrasive tetap dalam posisinya. Kekerasan Batu Gerinda tergantung pada macam butiran dan macam serta kekuatan bahan pengikat.

- *Hard grade*, bila butiran abrasive cukup kuat ditahan oleh bahan pengikat selama proses penggerindaan (perlu gaya yang besar).
- *Soft grade*, bila butiran abrasive mudah terlepas selama proses penggerindaan (perlu gaya yang kecil).

Pemilihan grade berdasarkan faktor-faktor :



A - G , lunak sekali
H - K , lunak
L - O , sedang
P - S , keras
T - Z , keras sekali

d. Struktur / Grain Spacing

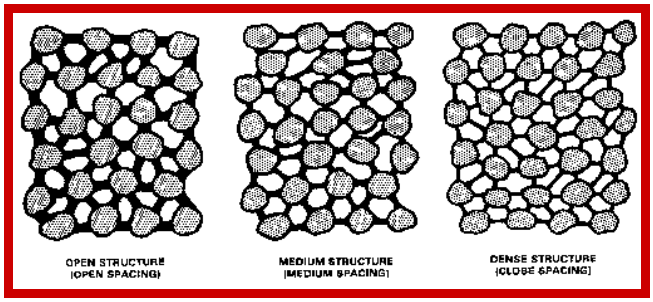
Penggolongan struktur ini berdasarkan jumlah sisi iris tiap satuan luas dari permukaan roda gerinda dan ukuran kelonggaran di antara butiran batu gerinda. Penggolongan struktur ini ditunjukan dengan angka :

0 – 1 – 2 – 3 : struktur tertutup

4 – 5 – 6 : struktur sedang

7 – 12 : struktur terbuka

Bangun yang terbuka digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang kasar, sedangkan bangun yang tertutup untuk pengerjaan akhir dan benda kerja yang halus



Gambar 2.6. Struktur butiran

e. Fungsi Batu Gerinda

Pertimbangan berdasar fungsi batu gerinda, misalnya :

- untuk memperoleh ukuran akhir
- untuk operasi pemotongan
- untuk mendapatkan sisi iris
- untuk mengurangi bahan sampai bentuk yang dikehendaki

Tabel 2.3. Pemilihan batu gerinda

Grinding Factors	Wheel Considerations				
	Abrasive Type	Grain Size	Bond	Grade	Structure
Material to be ground	X	X		X	X
Type of operation			X		
Machine characteristic				X	
Wheel speed			X	X	
Rate of Feed				X	
Area of contact		X		X	X

Operator characteristics				X	
Amount of Stock to be removed			X	X	X
Finish required		X	X		X
Use of coolant			X	X	X

2.8. Tanda Batu Gerinda

Secara umum, tanda pada batu gerinda menggunakan tanda sebagai berikut.

51 – A - 36 – L - 5 – V - 23

Keterangan :

51 : simbol dari pabrik yang digunakan untuk memberi tanda secara pasti abrasive apa yang digunakan (ini tidak selalu ada)

A : tanda untuk type abrasive secara umum : A. Untuk Alumunium Oxide
C untuk silicon Carbide

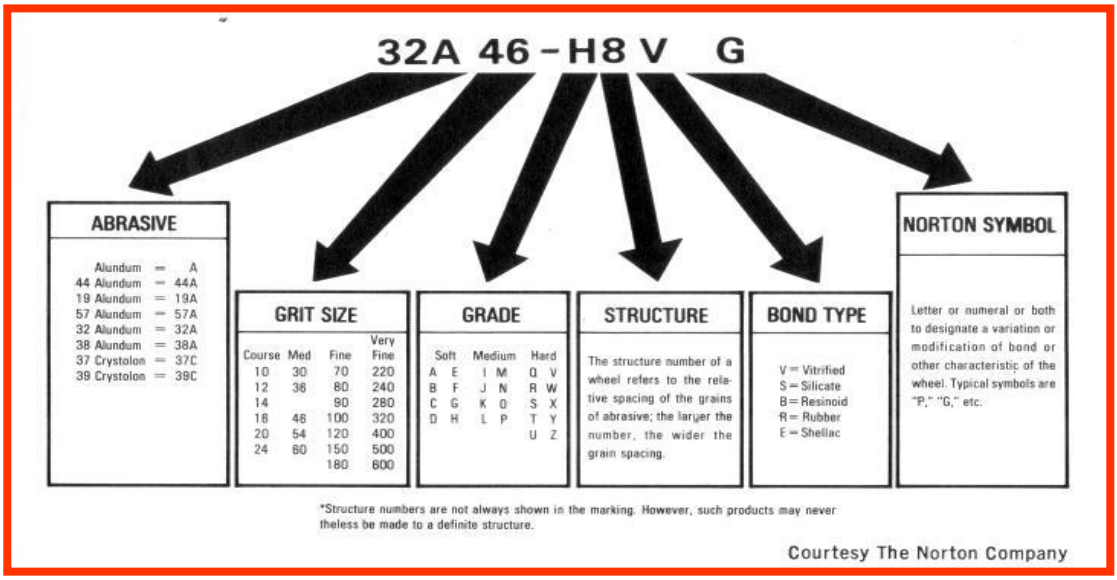
36 : tanda untuk grain (ukuran butiran batu gerinda)

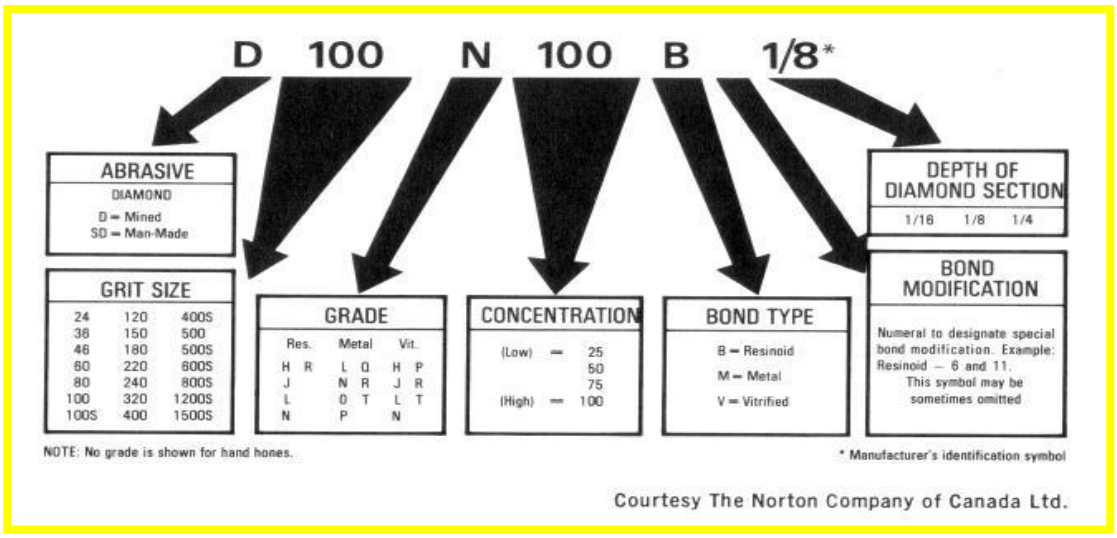
L : ukuran kekerasan batu gerinda

5 : tanda untuk macam struktur/ grain spacing (tidak selalu ada)

V : tanda untuk macam bahan pengikat : Vitrived (V), Resinoid (B), silikat (S), shellac (S), Rubber (R), Oxy Chloride (O).

23 : tanda khusus dari pabrik, tanda intern pabrik (tidak selalu ada)





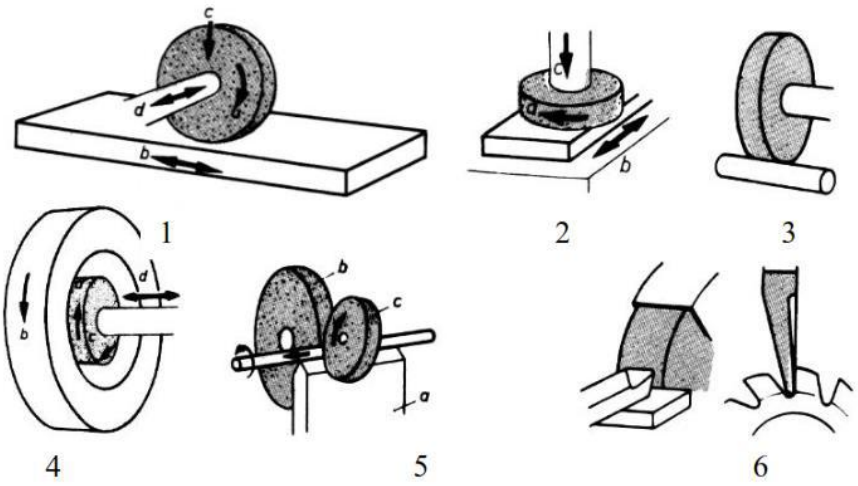
Gambar 2.7. Tanda batu gerinda

2.9. Pekerjaan Menggerinda

A. Langkah-langkah pada proses penggerindaan

a. Langkah gerakan

Gerakan utama dilakukan oleh cakram asah yang berputar dengan angka putaran tetap. Gerakan laju dilakukan oleh benda kerja atau cakram asah, tergantung pada konstruksi mesin gerinda. Pada pengasahan bidang, gerakan ini berupa gerakan maju mundur, sedang pada pengasahan bidang meja bundar berupa gerakan melingkar, serta pada pengasahan bundar berupa gerakan keliling benda kerja.



Gambar 2.8. Macam-macam Pengasahan

Keterangan :
1. Pengasahan keliling,
2. Pengasahan muka,
3. Pengasahan bundar luar,
4. Pengasahan bundar dalam,
5. Pengasahan bundar tanpa senter,
6. Pengasahan alat perkakas

b. Langkah pembentukan serpih

Pada proses pemotongan, butir pengasah menyeret serpih di depan tepi penyayatannya. Ruang antara butir asahan dipenuhi dengan serpih yang tergaruk sampai pengakhiran pengasahan yang dilakukan cakram.

B. Pemasangan Batu Gerinda

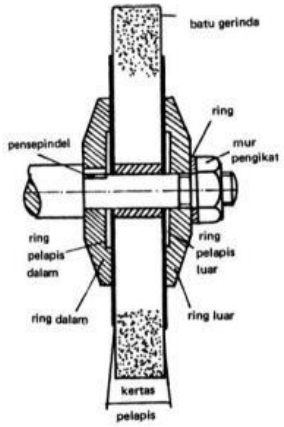
Memasang batu gerinda harus memenuhi beberapa ketentuan, antara lain :

a. Diameter luar dan diameter lubang batu gerinda harus sesuai dengan kapasitas mesin gerinda, dalam hal ini tidak boleh dipaksakan karena berbahaya.

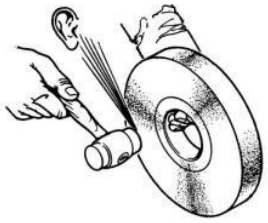
b. Batu gerinda harus terjepit dengan kokoh dan kaku pada porosnya.

c. Sebelum batu gerinda diikat dengan mur, pada kedua sisinya harus dipasang *flens* sebagai cincin jepit.

d. Sebelum dipasang, batu gerinda diperiksa apakah roda tersebut tidak retak. Roda disetimbangkan dengan jari melalui lubang dan diketok dengan palu plastik. Jika roda tidak rusak, maka menimbulkan suara agak nyaring.



Gambar 2.9. Pemasangan Batu Gerinda



Gambar 2.10. Pemeriksaan Batu Gerinda secara Visual

C. Pemasangan Benda Kerja

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memasang benda kerja pada meja mesin, adalah:

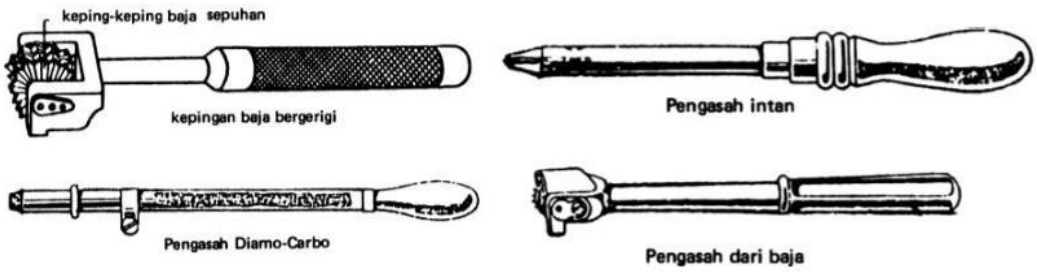
a. Pemasangan benda kerja dengan menggunakan meja magnet.

b. Penempatan benda kerja pada meja secara akurat, sehingga mempermudah penggerindaan. Jika perlu digunakan ragum presisi atau ragum khusus.

c. Sebelum benda kerja dipasang, benda kerja dan *chuck* harus dalam keadaan bersih.

D. Pengasahan Batu Gerinda

Jika permukaan batu gerinda tidak rata atau tidak tajam, maka permukaannya dapat diratakan atau ditajamkan lagi dengan alat alat pengasah (*dresser*). Pengasahan ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang menyumbat pori-pori bidang potong dan membuat batu gerinda ke bentuk yang diinginkan.



Gambar 2.11. Alat Pengasah Batu Gerinda

Alat pengasah batu gerinda berupa beberapa keping baja bergerigi yang disatukan, kemudian dipasang pada sebuah pemegang, yang dapat berputar apabila ditekan ke roda gerinda yang berputar. Alat lain untuk mengasah batu gerinda adalah intan.

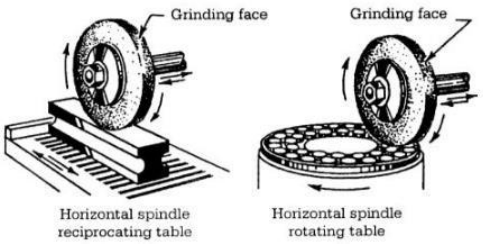
E. Pekerjaan-pekerjaan menggerinda antara lain

Berbagai pekerjaan menggerinda, antara lain :

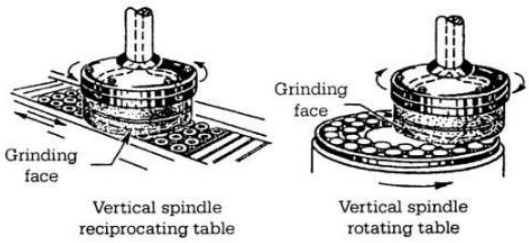
a. Menggerinda permukaan sejajar (*horizontal grinding*)

b. Menggerinda permukaan vertikal (*Vertical Grinding*)

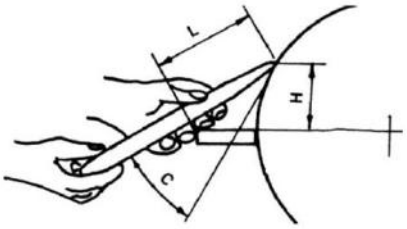
c. Menggerinda pahat



Gambar 2.12. Menggerinda Permukaan Horisontal



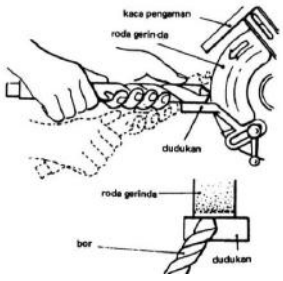
Gambar 2.13. Menggerinda Permukaan Vertikal



Gambar 2.14. Menggerinda Pahat

Keterangan :
H = tinggi antara bantalan terhadap mata pemotong
L = panjang bagian ujung pahat
C = pembentukan sudut potong

d. Menggerinda bor

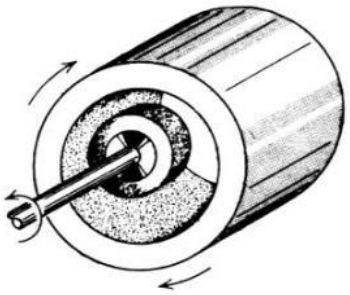


Gambar 2.15. Alat Pengasah Batu Gerinda

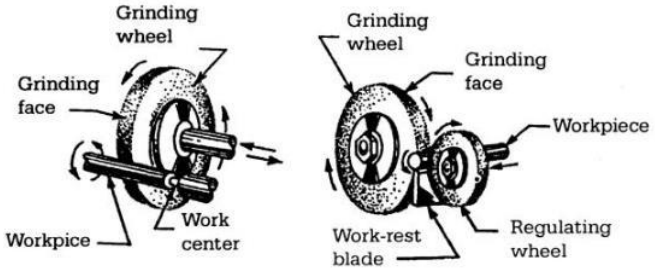
e. Menggerinda dalam (*internal grinding*)

1) Menggerinda bagian dalam (suatu lubang) suatu benda kerja seperti pada dinding dalam suatu silinder.
2) Roda gerinda yang bertangkai berputar pada permukaan dalam benda kerja.

f. Menggerinda *centreless*



Gambar 2.16. Menggerinda Dalam



Gambar 2.17. Menggerinda *Centreless*

g. Menggerinda profil

Untuk menggerinda profil dapat dilakukan dengan terlebih dahulu membentuk batu gerinda sesuai dengan bentuk benda kerja dan batu gerinda harus lebih tebal daripada panjang benda kerja yang akan digerinda.

1) Menggerinda alur V

Untuk menggerinda alur V digunakan roda gerinda datar maupun dengan roda gerinda mangkuk.

2) Menggerinda ekor burung

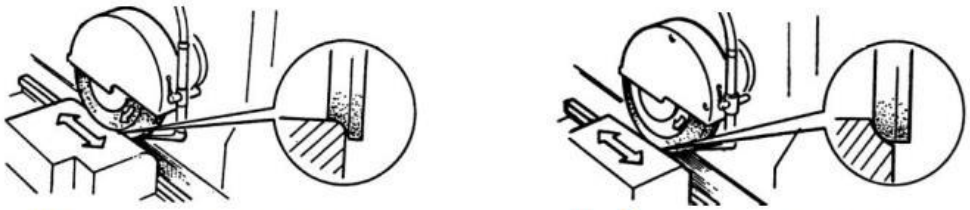
Roda gerinda juga harus diasah terlebih dahulu dengan membuat sedikit lengkungan di bidang belakang roda, kemudian bentuklah sudut yang diperlukan dengan mengasah kasar. Setelah benda kerja dipasang pada *chuck* magnet, maka benda kerja diasah sehingga membentuk ekor burung.

3) Menggerinda sudut cembung

Roda dibentuk radius yang diperlukan dengan pengasahan kasar, dengan cara memasang alat bantu. Periksa radius hasil pengasahan dengan mal radius.

4) Menggerinda sudut cekung

Pada prinsipnya sama dengan menggerinda sudut cembung.



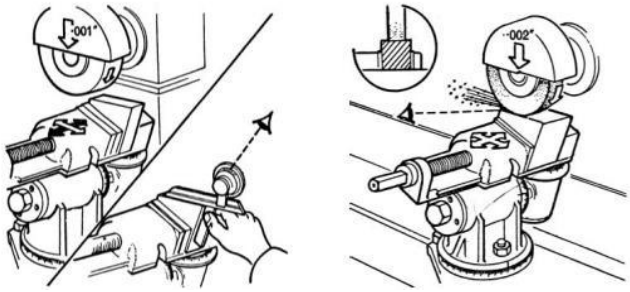
(a) Menggerinda Sudut Cembung (b) Menggerinda Sudut Cekung

Gambar 2.18. Menggerinda Sudut

5) Menggerinda bidang bersudut

6) Menggerinda alur

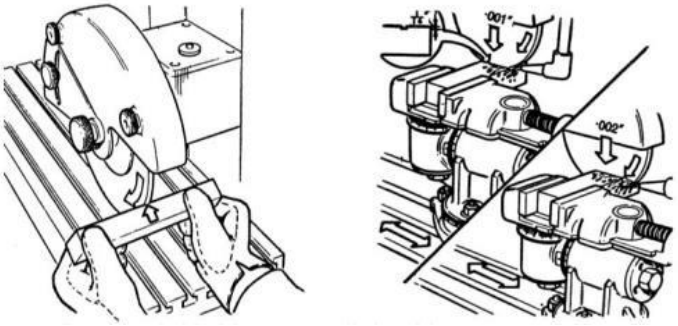
Menggerinda alur juga disebut menggerinda dua permukaan vertikal, di mana permukaan alas terlebih dahulu diasah. Lebar roda harus lebih kecil daripada lebar alur dan diameter roda yang digunakan harus cukup besar untuk mencegah kepala roda tidak menyentuh bidang kerja.



Gambar 2.19. Menggerinda Sudut

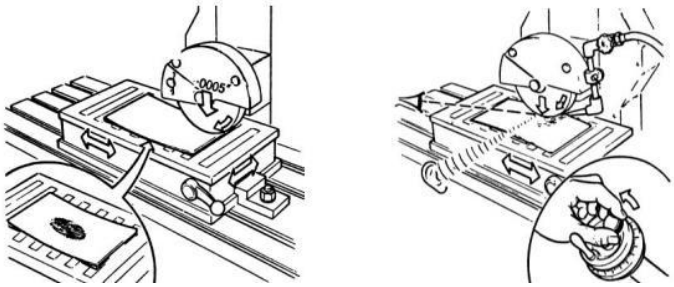
7) Menggergaji dan memotong

Untuk menggergaji dan memotong, digunakan roda gerinda yang tipis dan elastis. Diameter roda harus dapat memotong penuh benda kerja.



Gambar 2.20. Menggergaji dan memotong

8) Mengasah plat tipis



Gambar 2.21. Menggerinda plat tipis

BAB 3
PENGEBORAN (GURDI)

3.1. Pendahuluan

Pengeboran merupakan proses pembuatan lubang silindris (benda kerja yang masih utuh) maupun memperbesar lubang (suatu benda kerja yang sudah berlubang), dengan menggunakan mata bor (twist drill). Prinsip kerja dari proses pengeboran adalah dengan gerak utama (mata bor) berputar dan gerak Voeding lurus oleh alat iris atau benda kerja. Benda kerja biasanya diam sedang alat iris yg melakukan gerak utama dan gerak voeding. Pahat bor mempunyai 2 mata potong dan melakukan gerak potong karena diputar oleh poros utama mesin bor. Putaran dipilih berdasarkan putaran yang tersedia pada mesin, atau sesuai dengan yang dikehendaki bila sistem transmisinya bisa diatur. Gerak makan dipilih bila mesin bor mempunyai sistem gerak makan dengan dengan tenaga motor (power feeding). Untuk jenis mesin yang tidak ada pengaturan gerak makan berdasarkan kekuatan tangan dan daya mesin. Proses pengeboran bisa dilakukan juga pada mesin bubut, dengan cara benda kerja dicekam oleh spindel yang berputar, sedangkan mata bor dipasang pada tail stock (kepala lepas).

3.2. Operasi Mesin Bor

Mesin bor dapat melakukan berbagai macam opersi pekerjaan seperti : drilling, boring, reaming, countersink, spot facing, counter boring, dan tapping.

a. Drilling

Proses membuat lubang dengan alat iris/mata bor (twist drill)

b. Boring

Operasi memperbesar dan menyempurnakan lubang yang sebelumnya telah dikenai proses drilling untuk mendapatkan ukuran / bentuk yang diinginkan dengan alat iris tipe single-point.

c. Reaming

Operasi untuk memberi ukuran yang tepat pada lubang (dari hasil operasi drilling atau boring) dan menghasilkan permukaan yang halus dengan menggunakan alat iris bersisi banyak.

d. Countersink

Operasi membuat bentuk konis atau menyudut dengan memperlebar ujung lubang. Biasanya untuk tempat kedudukan kepala baut agar permukaan atas menjadi rata.

e. Spot Facing

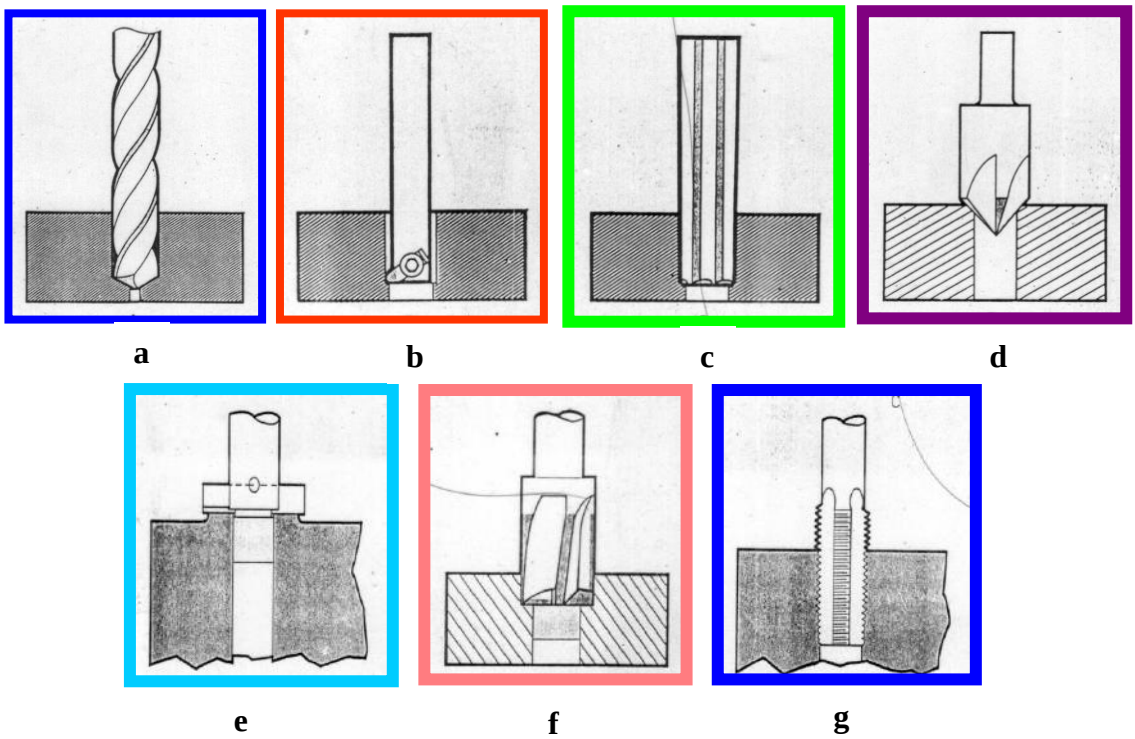
Operasi menghaluskan atau meratakan permukaan di sekitar lubang, biasanya untuk dudukan baut atau mur

f. Counter boring

Operasi untuk memperbesar lubang hasil proses drilling sampai kedalaman tertentu. Lubang yang telah diperbesar konsentris dengan lubang awal dan rata pada dasarnya

g. Tapping

Operasi pembentukan ulir dalam pada lubang yang sudah ada (hasil drill atau boring dengan menggunakan alat iris yang disebut TAP



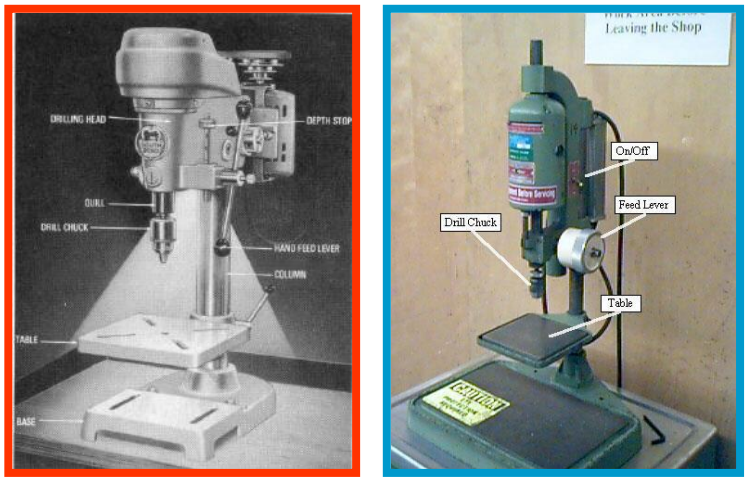
Gambar 3.1. Operasi mesin bor

3.3. Jenis Mesin Bor

Jenis mesin drill bervariasi dari yang sederhana sampai yang operasinya kompleks, automatis dan dikontrol secara numeris (CNC).

a. ***Sensitive drill presses***

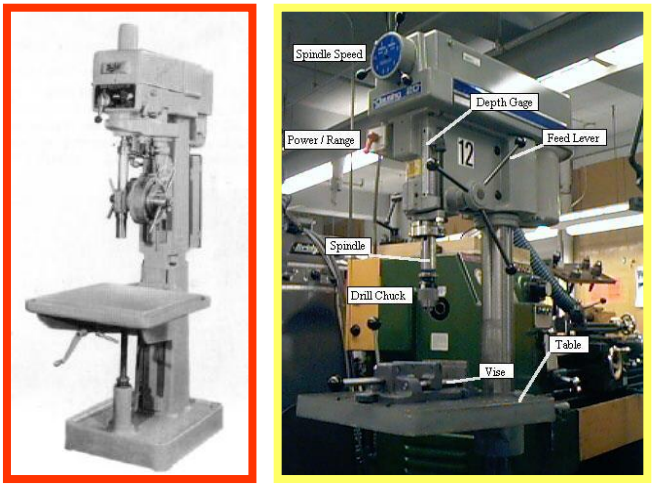
Jenis mesin ini ringan, putaran tinggi, dan dirancang untuk diletakkan di meja atau lantai Mempunyai mekanisme penggerak voeding dengan tangan Operator bisa merasakan proses pemotongan dan dapat mengontrol tekanan-nya



Gambar 3.2. Mesin bor *Sensitive drill presses*

b. ***Upright Drilling Machine***

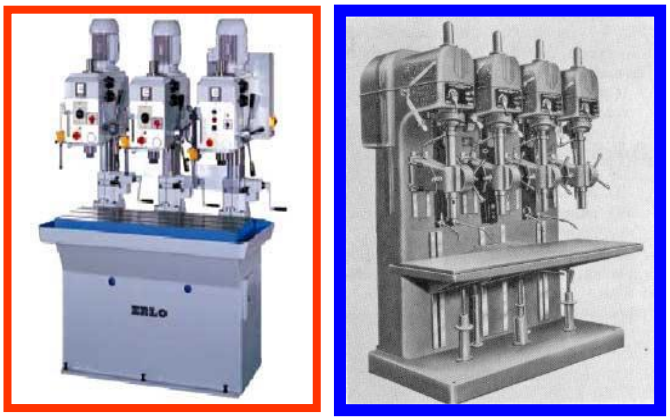
karakteristik mesin jenis ini ; lebih besar dan berat, variasi kecepatan luas (dengan gear box), meja bisa naik-turun, Penggerak spindle bisa 3 cara : manual dengan lengan, manual dengan roda tangan, otomatis dengan mekanisme feeding.



Gambar 3.3. Mesin bor (***Upright Drilling)***

c. Gang drill

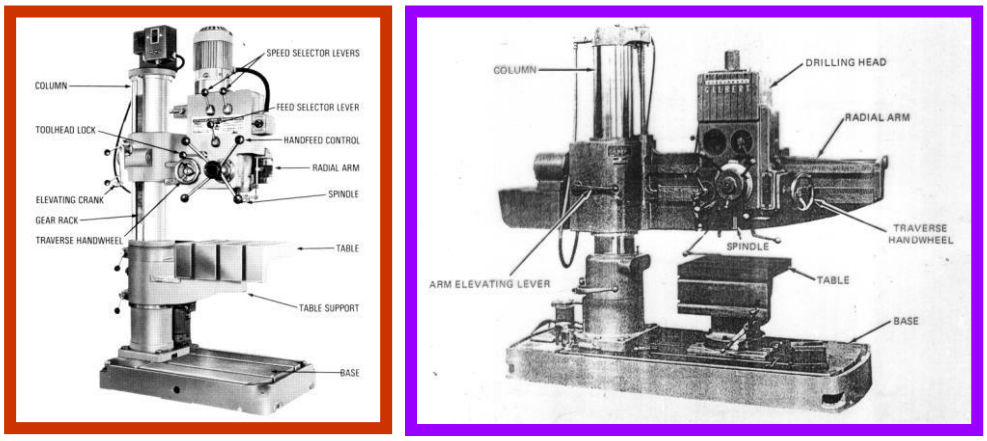
Beberapa Upright drill digabung menjadi satu pada satu meja Masing-2 spindle bisa dipasangkan jenis alat iris yang berbeda.



Gambar 3.4. Mesin bor (***gang Drill)***

d. Radial Drilling

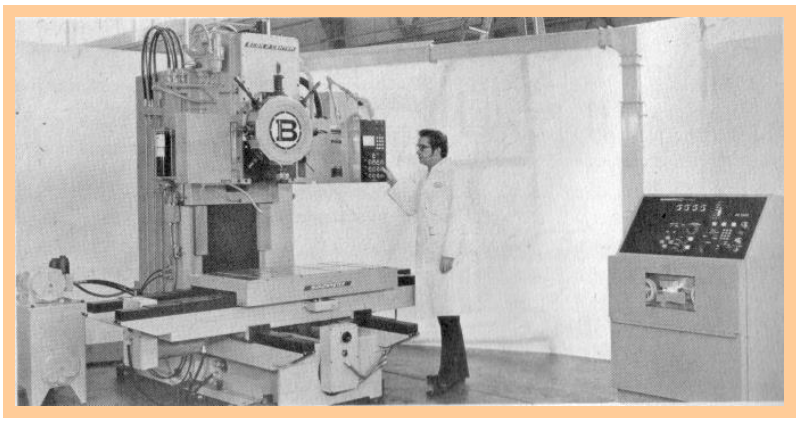
Untuk mengerjakan benda kerja yang besar, Mmmpunyai daya yang lebih besar kepala drill lebih mudah dinaikkan/diturunkan, serta ada yang bisa diputar.



Gambar 3.5. Mesin bor (***radial drilling)***

e. ***Numerical controlled drilling machine***

Gerakan spindle, meja, putaran spindle, dan kecepatan pemakanan alat iris di kontrol secara numeris dengan menggunakan komputer. Untuk *production drill* , koordinat titik-titik yang akan dilubangi bisa deprogram.



Gambar 3.6. Mesin bor (***Numerical controlled drilling)***

3.4. Bagian Utama Mesin Bor

Sebelum mengoperasikan mesin bor ada baiknya dijelaskan beberapa nama bagian dari mesin bor tiang/pilar (duduk) sebagai berikut :

a. Alas

Alas merupakan bagian yang menopang kolom utama, pilar, pali, dan motor. Permukaan atas dari alas ini dibuat rata sehingga dapat dipakai sebagai meja bagi benda kerja yang besar. Terdapat alur –alur yang fungsinya untuk mengikat benda pada alas dengan baut.

b. Kolom

Kolom berfungsi sebagai penopang meja dan membuat meja bertahan tegak lurus dengan mata bor.

c. Meja

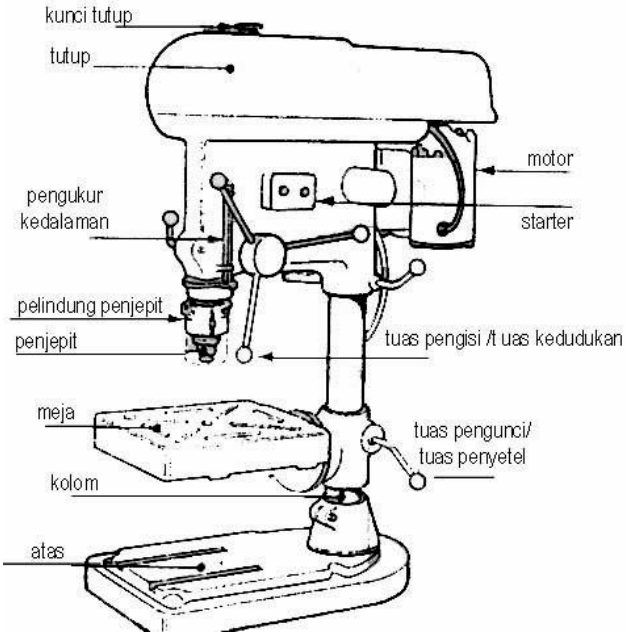
Meja diberi alur -alur sehingga benda kerja atau ragam dapat diikat dengan baut. Meja dapat dinaikkan dan diturunkan untuk menyesuaikan dengan berbagai ukuran benda kerja dengan perantaraan penyetel meja yang menjepit meja pada kolom.

d. Spindel

Spindel ini digerakan dari atas dengan perantaraan puli-puli dan belt, keceptan spindel dapat diatur dengan memindahkan belt mesin dari satu puli ke puli yang lain, belt mesin digerakan oleh motor. Pada spindel dipasang batang yang dikalibrasi yang dikenal sebagai pengukur kedalaman, yang menunjukkan kedalaman bor masuk dalam benda. Serangkaian lubang dengan kedalaman yang sama dapat di bor dengan hanya menyetel pengukur kedalaman tersebut.

e. Pelindung Penjepit

Tutup plastik silindris yang dipasang didepan penjepit bor memutar keatas agar dapat memasukkan penjepit. Bila diturunkan keposisinya menengah, bila operator sedang membungkuk untuk mengamati posisi bor yang sedang berjalan, rambut operator tergulung kedalam penjepit. Adapun alat bantu yang dipakai dalam pekerjaan pengeboran adalah untuk mengamati posisi bor yang sedang berjalan, rambut operator tergulung kedalam penjepit.

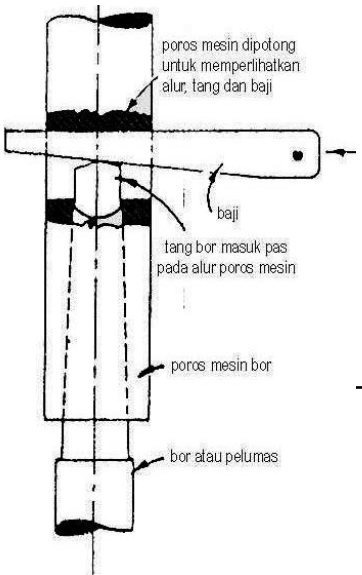


Gambar 3.7: Bagian mesin b*or*

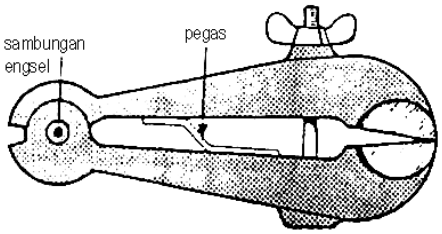
3.5. Peralatan Bantu

Adapun alat bantu yang dipakai dalam pekerjaan pengeboran adalah sebagai berikut :

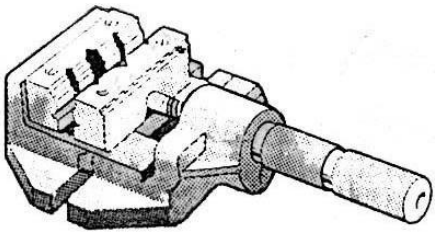
a. Alat Pelepas



Untuk melepaskan antara arbor dan sarung bor.dipergunakan alat seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.9. Ragum tangan

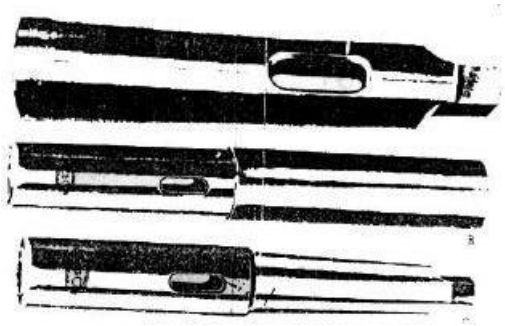


Gambar 3.8: *Alat Pelepas*

Gambar 3.10. Ragum mesin

b. Sarung bor atau Arbor.

Sarung bor ini dipakai untuk mengepaskan antara diameter spindle dan diameter bor atau arbor. Sarung dipakai bila diameter arbor lebih kecil dari pada diameter dalam spindel.



a. Selongsong

b. Sarung dengan ujung tidak disetel

c. Sarung dengan tangkai tirus

Gambar 3.11 : *Sarung-sarung dan selongsong dengan ketirusan morse untuk bor spiral yang bertangkai tirus*

3.6. Alat Potong (Mata Bor)

Bor spiral dikelompokkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- Diameter bor 0,3 - 100 mm.
- Kandungan baja dalam mata bor, terbuat dari baja karbon atau baja sayat cepat.
- Tipe dari tangkai pemegang.(pararel tirus).

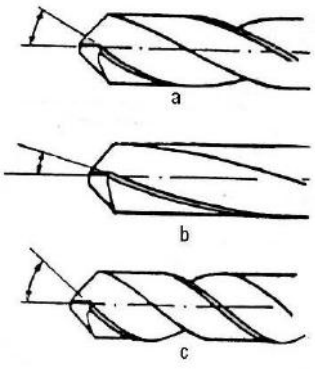
- Panjang mata bor.

a. Pekerjaan borongan
b. Jenis panjang
c. Stub (tumpul)
d. Tangkai dengan tirus morse.
e. Tangkai dengan tirus morse.
f. Bor tirus
g. Tongkat tirus persegi untuk bor pakai pal.

Gambar 3.12. *Bor spiral.*

Sedangkan bentuk spiral bor dibedakan:

- Spiral atau lilitan normal.
- Spiral ata u lilitan pelan (bedanya lebih panjang).
- Spiral atau lilitan cepat (bedanya lebih pendek dari yang normal).

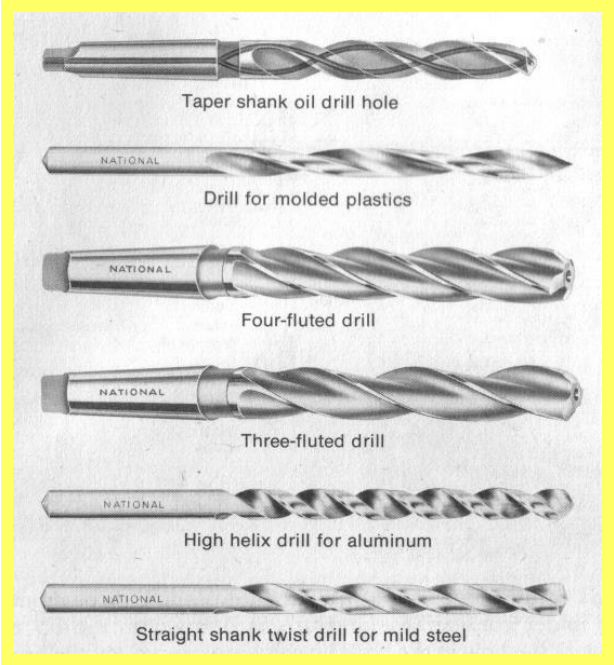


a. Spiral atau lilitan normal

b. Spiral atau lilitan pelan (leadnya lebih panjang).

c. Spiral atau lilitan cepat (leadnya lebih pendek dari yang normal)

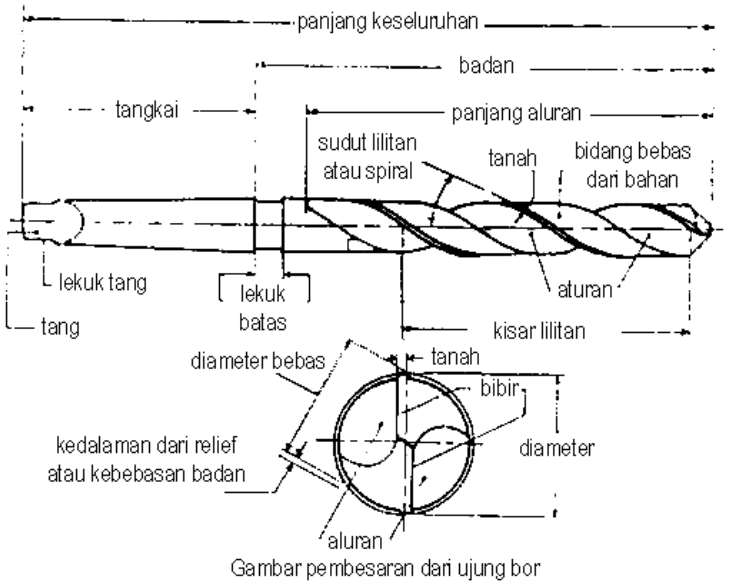
Gambar 3.13. *Spiral-spiral bor*



Gambar 3.14. *Penggunaan spiral bor*

Dalam hal pemakaiannya :

- Spiral pelan dipakai untuk mengerjakan bahan dari kuningan, perunggu dan plastik.
- Spiral cepat dipakai untuk mengerjakan bahan dari tembaga, aluminium, logam lain yang lunak.
- Spiral normal dapat dipakai juga untuk bahan dari kuningan bila spiral pelan tidak ada.



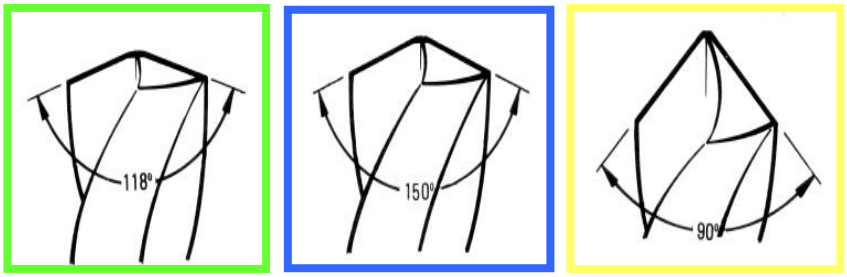
Gambar 3.15 : Nama bagian mata bor

3.7. Performan Mata Bor

a. Point angle

Drill point angle dan clearances berbeda untuk menyetel macam – macam bahan yang harus dibor. Point angle harus sesuai dengan bahan yang akan didril. Ada 3 drill point yang biasa digunakan untuk mengebor :

1) Conventional Point (118^0)
   - Drill point angle 118^0 dapat digunakan untuk banyak pekerjaan yang umum. Drill dengan point angle ini memberikan hasil yang memuaskan untuk kebanyakan pengeboran pada umumnya.
   - Lip Clearancenya dibuat sekitar $8 – 12^0$ untuk mendapat hasil yang terbaik.
2) Flat Angle Point ($135 – 150^0$)
   - Dril dengan point angle ini biasa digunakan untuk bahan keras.
   - Lip clearance-nya hanya $6 – 8^0$ untuk memberikan ketahanan pada cutting edges.
3) Long Angle Point ($60 – 90^0$)
   - Drill dengan point angle ini biasa digunakan untuk pengeboran bahan non ferrous, besi cor lunak, plastik, fiber, kayu, dan lain – lain.
   - Lip Clearancenya sekitar 12 – 15.



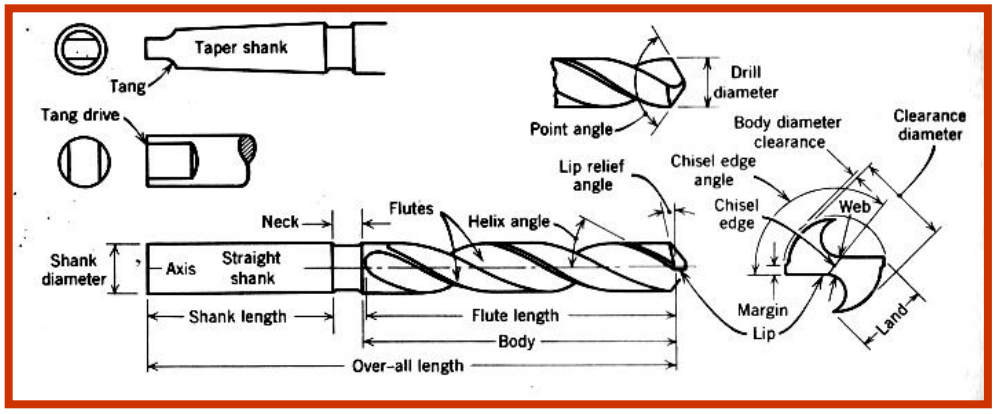
Gambar 3.16. Point angle

b. Helix angle

Drill performance dipengaruhi oleh Helix Angle dari flutes. Walaupun sudut ini bervariasi dari $0 – 45^0$, standar yang biasa digunakan untuk baja dan material pada umumnya, yaitu 30^0. Semakin kecil sudut ini, maka semakin besar putaran yang dibutuhkan untuk operasi pada sekali pemakanan. Sudut Helix Angle semakin besar umur dari cutting edges semakin berkurang untuk beberapa bahan.

Helix Angle untuk beberapa macam bahan :

- Tembaga magnesium dan soft plastik : sudut 35 – 45^0.
- Campuran tembaga : sudut 20 – 25^0.
- Hard plastic : sudut 17^0.
- Soft sampai medium steel : sudut 24 – 32^0.



Gambar 3.17. Standar twist drill

c. Drill point

Efisiensi penge-*drill*-an dari berbagai macam bahan yang digunakan dalam industri memerlukan beberapa drill point yang sesuai. Pada kebanyakan drill konvensional, terdapat *chisel edge* yaitu ujung drill, yang menghubungkan dua *cutting lip*. *Chisel edge* ini tidak memotong dengan efisien karena negative *rake* tidak hanya berada pada pusatnya tetapi sepanjang *chisel edge.*

d. Cuting fluids

Dalam pengerjaan mesin drill akan dihasilkan panas pada mata drill, masalah ini harus dianti-sipasi karena dapat merusak mata drill tersebut.Oleh karena itu,diperlukan cutting fluids untuk pendinginan dan melumasinya.Oleh karena itu liquid tersebut harus dapat menyerap panas dengan baik dan memiliki konduktivitas termal yang tinggi.

Syarat-syarat cuttiing fluids:

- Mampu mendinginkan peralatan
- Mengurangi gesekan
- Meningkatkan tingkat pemotongan
- Melindungi dari karat

- Mampu membersihkan tatal

Contoh-contoh cutting fluids:

- Aluminium : mineral-lard oil mix
- Brass : dry,mineral-lard oil mix
- Bronze : dry,soluble oil
- Cast iron : dry, air jet
- Copper : soluble oil,mineral lard oil
- Magnesium : dry, mineral oil
- Malleable iron : soluble oil

e. Cuting speed

Cutting speed mesin drill biasanya dinyatakan dalam meter per menit dan cutting speed dipengruhi oleh beberapa hal yaitu:

- Tipe dan kekerasan bahan
- Diameter dan bahan mesin drill
- Kedalaman lubang
- Kondisi penekanan mesin drill
- Kualitas lubang yang dikehendaki
- Efisiensi kerja

f. Drill feed

Drill feed adalah dalamnya lubang yang dibuat mesin drill dalm satu kali revolusinya. Drill feed dinyatakan dalam milimeter per revolusi (mm/put). Untuk mempercepat produksi yang harus ditingkatkan adalah feed-nya bukan cutting speed sebab peningkatan cutting speed hanya akan memperpendek umur alat. Untuk benda yang keras feed yang diperlukan lambat dan sebaliknya. Drill feed dipengaruhi oleh; diameter drill, tipe dan kekerasan benda kerja dan kondisi mesin drill.

.

3.8. Pengeboran Benda Kerja

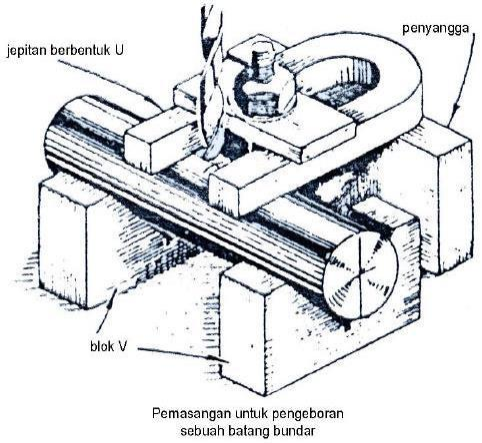
Mengebor benda kerja dapat dilakukan pada :

1. Benda kerja bulat (bundar).

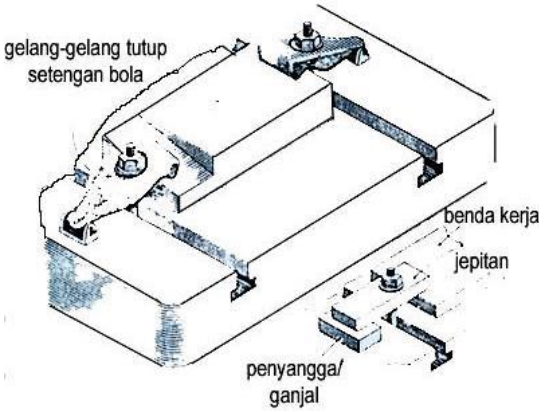
   Dalam pelaksanaan mengebornya diperlukan alat bantu yang berupa blok V, jepitan, atau cetak hang digabung dengan elips.

2. Mengebor pelat strip.

   Dalam pelaksanaanya diperlukan alat bantu berupa jepitan universal (dapat dibuat sendiri) atau ragum dan klem penjepit lengkap dengan baut pengikatnya.



Gambar 3.18. Mengebor benda bulat **(***BLok V)*



Gambar 3.19. Mengebor pelat strip

3. Mengebor pelat tipis.

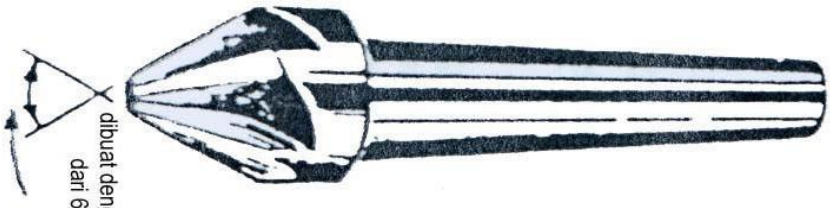
Pengeboran pelat logam yang tipis bukanlah suatu hal yang mudah, tanpa alat bantu lubang tersebut akan rusak atau diameternya akan lebih besar dari yang diinginkan.Salah satu jalan untuk mengatasi hal ini dengan menjepit logm tipis tersebut dengan dua logam keeping penjepit dan ketiga-tiganya di bor bersama.

4. Penggerek Benam.

Proses ini sering dilakukan untuk mendapatkan kepala baut atau sekrup rata dengan permukaan benda kerja. Perkakas ini mempunyai pengarah yang bisa diganti-ganti.

5. Penggerek benam tirus (contering)

Untuk membenamkan kepala sekrup atau tirus, maka sisi lubang harus ditiruskan dengan gerek benam tirus. Perkakas ini dibuat dengan sufut 60°-90°, dan harus digunakan untuk putaran poros yang pelan.



Gambar 3.20. *Penggerek Benam Tirus.*

6. Perluasan lubang.

Peluasan(reamner) adalah suatu perkakas silindris denga mata potong sepanjang sisinya dan digunakan untuk memperbesar lubang secara halus dengan ukuran presisi, tersedia juga peluas tirus. Peluasan dapat dilakukan dengan mesin atau tangan.

Tabel 3.1 : Standar perluasan setelah di bor

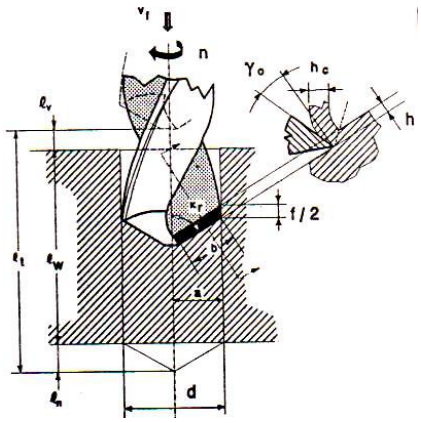
No	Diameter bor (mm)	Ukuran peluasan (mm)
1	1,5 – 3	0,13 - 0,20
2	3 – 6	0,15 – 0,28
3	6 – 12,5	0,25 – 0,38
4	12,5 – 25	0,25 – 0,50
5	25 – 38	0,38 – 0,65

3.7. Elemen Dasar Proses Gurdi

Parameter proses gurdi dapat ditentukan berdasarkan gambar proses gurdi (gambar 2.9), rumus-rumus kecepatan potong, gerak makan, kedalaman pemotongan, waktu pemotongan dan kecepatan penghasil geram. Parameter proses gurdi pada dasarnya sama dengan parameter proses pemesinan yang lain, akan tetapi dalam proses gurdi selain kecepatan potong, gerak makan, dan dan kedalaman potong perlu dipertimbangkan pula gaya aksial, dan momen puntir yang diperlukan pada proses gurdi.

a. Kecepatan potong (V)

$$V = \frac{\eta d n}{1000} \text{ ……..m/menit}$$



Gambar 3.21. Skema proses gurdi (drilling)

b. Gerak makan/feeding (f)

1) Untuk Mesin Gurdi jenis gerak makan dilakukan secara manual (*hand-feed drilling machine*), tidak ada rumus tertentu yang digunakan, karena proses pemakanan dilakukan berdasarkan perkiraan operator mesin.
2) Untuk Mesin Gurdi dengan gerak makan dilakukan secara otomatis oleh tenaga motor listrik (p*ower-feed drilling machine*) gerak makan bisa ditentukan berdasarkan tabel 3.1.

Selain menggunakan tabel gerak makan bisa diperkirakan dengan pendekatan rumus empiris berikut :

- Untuk baja

$$f = 0{,}084\sqrt[3]{d..} \ldots\ldots \text{mm/put}$$

- Untuk besi tuang

$$f = 0{,}1\sqrt[3]{d..} \ldots\ldots\ldots \text{mm/put}$$

c. Kedalaman pemotongan (a)

$$a = \frac{d}{2} \ldots\ldots \text{mm}$$

d. Waktu pemotongan (Tc)

$$Tc = \frac{lt}{2\,fn} \ldots\ldots\ldots \text{menit}$$

dimana :

lt = lv + lw + ln……..mm

e. Gerak makan permata potong (f_z)

$$f_z = \frac{f}{n.z} \ldots\ldots \text{mmm/put} \qquad ; \text{dimana } z = 2$$

f. Kecepatan penghasil geram (Z)

$$Z = \frac{\pi d^2}{4}\frac{2\,fn}{1000} \ldots\ldots \text{cm}^3\text{/menit}$$

Tabel 3.2. Putaran mata bor, gerak makan dan jenis bahan

MATERIAL AND CUTTING SPEED (FT PER MINUTE)											
Diameter of drill (in.)	Aluminum	Brass & Bronze	Cast iron	Mild steel 0.2-0.3 carbon (LOW)	Steel 0.4-0.5 carbon (MED)	Tool steel 1.2 carbon and drop forgings	Conn. rod molyb-denum steel	3.5 nickel steel	Stainless steel and monel metal	Malleable iron	Feed per revo-lution (in.)
	300	200	100	110	80	80	68	80	60	85	
	Revolutions per minute										
1/16	16,336	12,224	6,112	6,724	4,883	3,668	3,404	3,978	3,056	5,192	0.0015
1/8	8,168	6,112	3,056	3,362	2,444	1,834	1,702	1,989	1,528	2,596	0.002-0.003
3/16	5,106	4,072	2,038	2,242	1,630	1,222	1,120	1,324	1,018	1,794	0.004
1/4	4,584	3,056	1,528	1,681	1,222	917	851	994	764	1,298	0.005
5/16	3,668	2,444	1,222	1,344	976	733	672	794	611	1,038	0.005
3/8	3,064	2,038	1,018	1,121	815	611	560	662	509	867	0.006
7/16	2,622	1,746	874	961	698	524	481	566	437	742	0.007
1/2	2,292	1,528	764	840	611	459	420	497	382	648	0.006
9/16	2,037	1,358	678	747	543	407	373	441	340	577	0.006
5/8	1,836	1,224	612	673	489	367	337	398	306	520	0.009
11/16	1,665	1,110	555	611	444	333	306	360	278	472	0.009
3/4	1,524	1,016	508	559	406	306	278	330	254	433	0.010
13/16	1,422	948	474	521	379	285	261	306	237	403	0.010
7/8	1,314	876	438	482	349	262	241	286	218	371	0.011
15/16	1,221	814	407	448	326	244	224	265	204	346	0.012
1	1,146	764	382	420	306	229	210	256	191	325	0.013
1 1/16	1,077	718	359	396	287	215	197	233	180	305	0.013
1 1/8	1,020	680	340	374	272	204	187	221	170	288	0.014
1 3/16	966	644	322	354	258	193	177	209	161	274	0.014
1 1/4	918	612	306	337	245	183	168	199	153	260	0.015
1 5/16	873	582	291	320	233	175	160	189	146	248	0.015
1 3/8	834	556	278	306	222	167	153	180	139	236	0.015
1 7/16	795	530	265	292	212	159	146	172	133	225	0.015
1 1/2	762	508	254	279	204	153	140	165	127	216	0.015
1 9/16	732	488	244	268	195	146	134	159	122	207	0.016
1 5/8	702	468	234	257	188	141	129	152	117	201	0.016
1 11/16	679	452	225	249	181	136	124	147	113	192	0.016
1 3/4	654	436	218	240	175	131	120	142	109	186	0.016
1 13/16	630	420	210	231	168	126	116	137	105	179	0.016
1 7/8	612	408	204	224	163	122	112	133	102	173	0.016
1 15/16	591	394	197	216	158	118	108	129	99	166	0.016
2	573	382	191	210	153	115	105	124	96	162	0.016

BAB 4
PROSES BUBUT

4.1. Pendahuluan

Mesin bubut dalam industri pengolahan/pengerjaan logam sangat besar sekali karena mesin bubut dapat mengerjakan dan membentuk benda-benda pekerjaan yang bundar seperti membuat poros-poros, roda-roda puli, bahan baku roda gigi dan benda yang berbentuk tirus, juga mesin bubut dapat mengerjakan untuk membuat lubang-lubang atau dapat juga digunakan untuk mem buat ulir-ulir. Pembubutan adalah proses yang paling penting dan paling banyak dilakukan di dalam penyayatan beram-beram/serpihan. Sebab-sebab yang paling memegang peranan penting adalah:

- Banyak bagian konstruksi mesin (poros, sumbu, pasak, tabung, badan roda, sekrup dan sebagainya) dan juga perkakas (alat mengebor, kikir, pembenam, dan sebagainya), menurut bentuk dasarnya merupakan benda putar, bekerja dengan poros berputar/benda kerja yang berputar, sedangkan pahat penyayatan dalam posisi diam.
- Perkakas bubut relatif sederhana dan juga murah.
- Proses pembubutan pengelupas serpihan/beram secara tak terputus sehingga daya sarat yang dapat dicapai.

Mesin bubut yang gerak utamanya berputar berfungsi sebagal pengubah bentuk dan ukuran benda dengan jalan menyayat benda tersebut dengan pahat penyayat. Perputaran mesin bubut berasal dan sebuah motor listrik yang dipasang di bawah atau di samping mesin, kemudian motor tersebut dihubungkan kepada poros utama tadi dengan sebuah atau beberapa buah ban (pull), karenanya bila motor berputar poros inipun berputar pula dan membawa benda kerja ikut berputar.

Bentuk dan akuran mesin bubut itu .bermacam-macam, mulai ukuran kecil sederhana yang terpasang pada bangku kerja sampai kepada ukuran besar dengan perlengkapannya yang lengkap, tetapi semuanya itu dasar kerjanya adalah sama. Ukuran mesin bubut ditentukan oleh panjang dan tingginya. Panjang diukur dan jarak kedua senternya, sedang tingginya diukur dan jarak senter terhadap alas (meja nya).

Jenis dan perkakas perlengkapan mesin bubut menentukan besar kecilnya dan macam benda kerja yang dikerjakannya, artinya bahwa tidak semua benda kenja dapat dikerjakan dengan cara dan meuggunakan alat yang sama, karenanya mesin bubut selalu dilengkapi denn peralatan yang membantu terlaksananya kerja mesin bubut, misalnya alat-alat jepit, penyangga dan sebagainya.

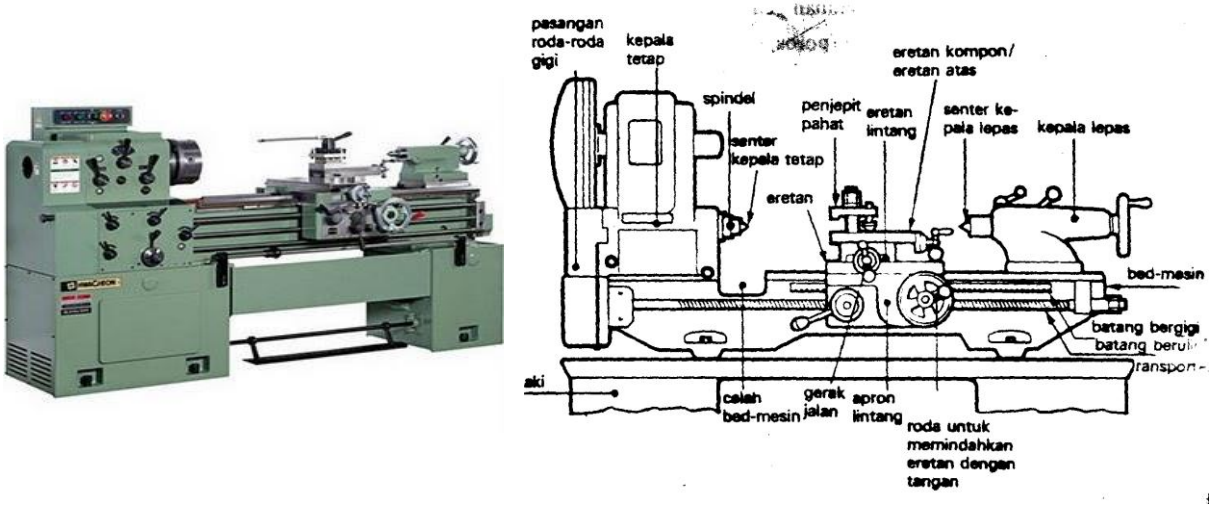
4.2. Kontruksi dan Bagian Utama

A. Alas/landasan/bed mesin

Alas mesin bubut terpasang di atas kaki mesin bubut, Bidang alas mesin bubut tidak diperkenankan dipakai sebagai meja alat perkakas, karena hal ini dapat merusak bidang alas mesin bubut dan akan menjadikan bidang alas mesin bubut menjadi cacat (kurang balk), pada mesin-mesin bubut buatan yang terakhir di bawah dan alas mesin dilengkapi dengan suatu meja guna untuk meletakkan alat-alat perkakas.

Kegunaan alas mesin ini adalah:

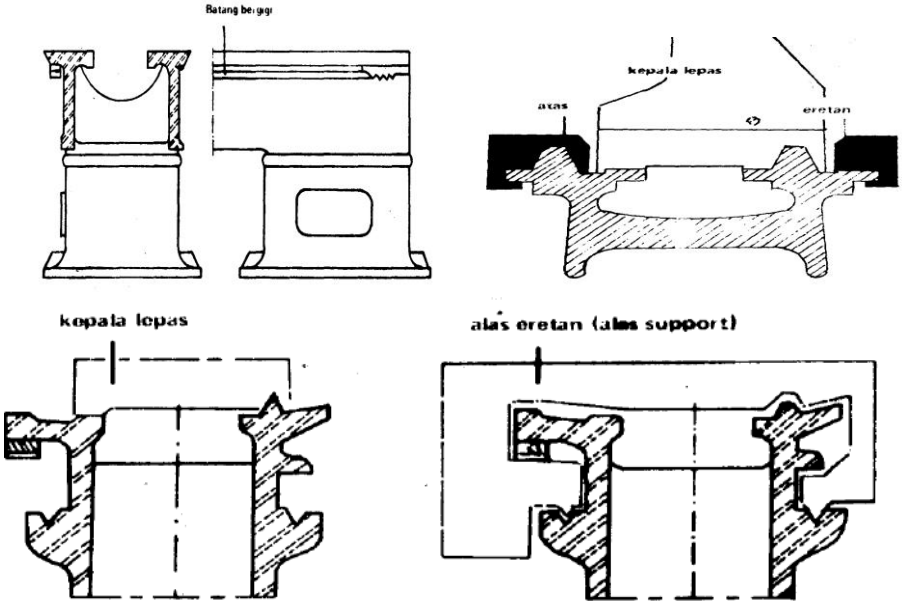
- tempat kedudukan kepala lepas
- tempat kedudukan eretan
- tempat kedudukan penyañgga diam



Gambar 4.1. Konstruksi dan bagian utama mesin bubut

Bentuk alas ini bermacam-macam, ada yang datar ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian. Bila kepala lepas atau penyangga dipasang di atas alas, maka tidak Semua bagian alas itu diduduki alat tersebut, antara eretan alas dan alat tersebut mempunyai tempat kedudukan masing-masing sehingga satu sama lain dapat bergerak bebas.

Jika bagian ini rusak maka jalannya eretan atau kedudukan kepala lepas tidak akan baik lagi dan berakibat hasil bubutan itu tidak akan baik pula, meletakkan kunci-kunci atau alat-alat lainnya diatasnya adalah tidak dibenarkan, pasanglah kayu lebih dahulu di atas alas itu kalau hendak menyimpan alat-alat tersebut.



Gambar 4.2. Berbagai jenis alas mesin bubut

B. Kepala tetap

Dibagian sebelah kin dan alas mesin bubut terdapat kepala tetap, didalamnya duduk poros utama yang berputar pada suatu bantalan perunggu, pada poros utania terpasang roda cakra hertingkat yang dijepit (diapit) oleh dua buah roda-roda gigi, yaitu roda gigi A dan roda gigi D. pada roda gigi A dipasang pada poros utama sedangkan roda cakra bertingkat dan roda gigi D dapat herputar bebas pada poros utama.

Di ujung poros utama sebelah kanan dipasang pelat cekam atau dapat juga disebut lempeng cakar yaitu tempat di mana terpasangnya benda pekerjaan yang akan dibubut, diujung sebalah luar dan poros utama (sebelah kiri) terdapat sebuah roda gigi kecil

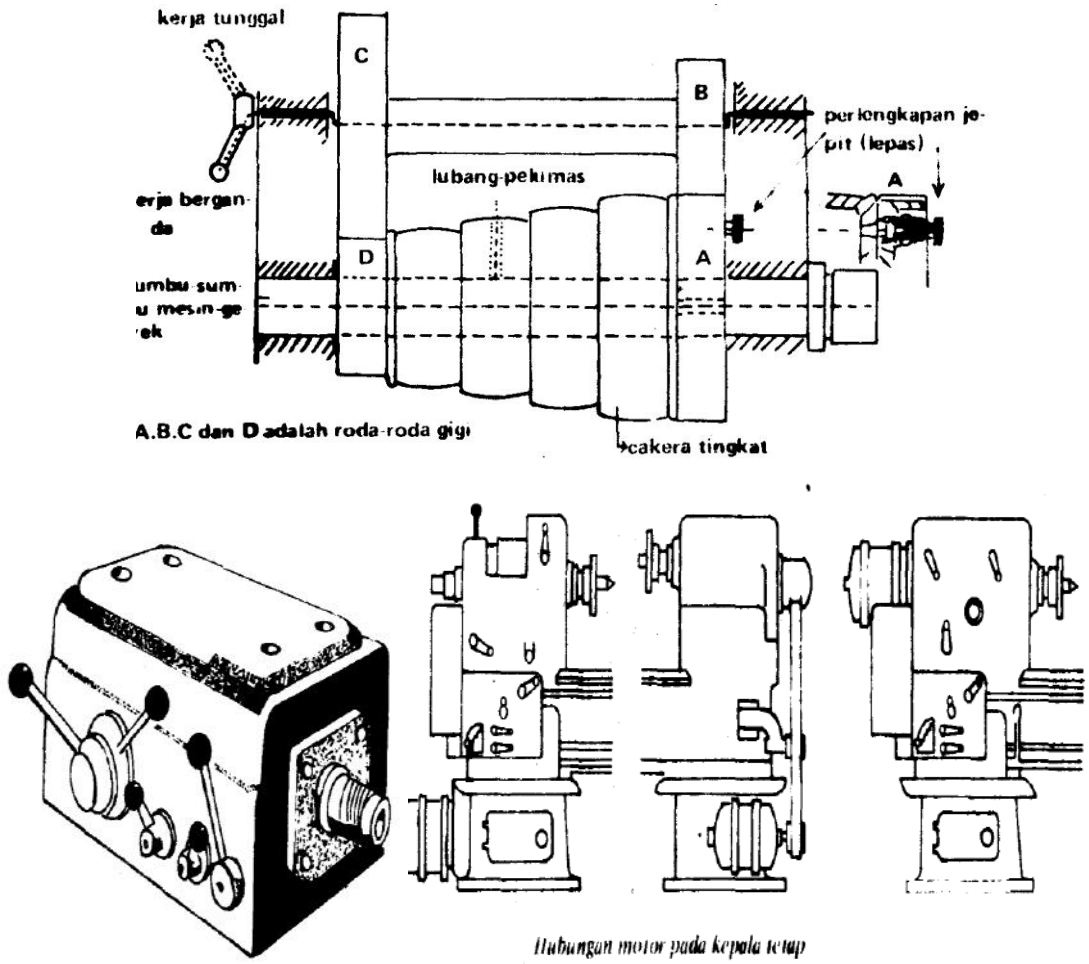
yang tenpasang pada poros utanut, roda gigi kecil itu benguna untuk memutarkan roda-roda pengganti yang selanjutnya roda-roda gigi pengganti itu untuk menjalankan atau menggeserkan eretan disepanjang alas mesin bubut.

Kepala tetap dipergunakan untuk menyangga sumbu utania, yakni yang dinamakan paksi utama dan bagian yang dipergunakan untuk menggerakkan paksi utama itu serta untuk menurunkan gerak penjalan. Kepala tetap itu terdini dan dua blok bantalan yang dihubungkan menjadi satu dengan peluncur untuk menyangga sumbu antara. Penggerakan paksi utama pada bangku-bangku tua dan pada meja untuk pekerjaan ringan di dalam bengkel reparasi dilakukan oleh cakera tingkat di mana dengan menghubungkan roda-roda gigi diperoleh jumlah perputaran yang dikehendaki.

Kepala tetap adalah bagian mesin bubut yang letaknya disebelah kiri mesin, dan bagian inilah yang memutarkan benda kenja dan didalamnya terdapat kumparan satu seri roda gigi serta roda tingkat dan roda tunggal. Putaran benda kerja atau sumbu utama pada kerja tunggal ialah cepat dan perputaran cepat ini digunakan pada waktu membubut benda kerja dengan sayatan tipis, sedangkan pada kerja ganda perputarannya lambat tetapi menghasilkan tenaga yang lebih besar. Perputaran benda kerja atau sumbu utama itu dapat dibalikkan dengan menguban kedudukan roda gigi penggerak muka atau sakelar.Perputaran balik mi diperlukan pada pengerjaan tertentu misalnya pada waktu membalikkan gerak pahat ke arah kanan diwaktu membubut ulir metris dan sewaktu dlilakukan gerakan balk (pahat itu dalam keadaan menyayat).

Pada mesin bubut yang mempunyai satu penjalan cakera maka perubahan arab putar sumbu utama dilakukan dengan mengubah kedudukan roda-roda gigi di dalam kepala tetap melalui suatu batang pengubah kecepatan putar, biasanya pada kepala tetap mi dipasang suatu daftar kecepatan putar sehingga kita dapat dengan mudah mengatur kecepatan putar mesin sesuai dengan yang di kehendaki.

Sumbu utama pada tiap mesin bubut dibuat berlubang, yang berguna selain untuk mengurangi beratnya juga untuk memasukkan benda kerja yang berukuran panjang pada waktu membubut, pada kepala tetap dipasang pula alat-alat jepit benda kerja yang akan dibubut.



Gambar 4.3. Kepala tetap dan baian-bagiannya

Agar didapat hasil pekerjaan bubutan yang cermat dan teliti pada suatu mesin bubut maka as (poros) utama dan mesin bubut harus mendapatkan penumpuan di dalam kepala tetap tanpa adanya kekocakan/kelonggaran, adanya kelonggaran yang akan terjadi harus dapat dihilangkan dengan mengatur kedudukan bantalan perunggu poros utama.

Pada waktu membubut benda pekerjaan pada mesin bubut, maka pelat bubutan akan memotong benda pekerjaan itu akan melakukan suatu gaya pada benda pekerjaan yang mana selanjutnyagaya tersebut dipiridahkan ke poros utama dan mesin bubut. Gaya yang dipindahkan ke poros utama tersebut adalah terdiri dan 2 macam gaya yaitu:

1. gaya di dalam arah memanjang poros utama dan
2. gaya tegak lurus pada poros utama

Gaya di dalam arah melintang pada poros utama itu dapat menimbulkan kelonggaran poros utama yang mendapat penumpuan pada bantalan perunggunya. Gaya dalam arah

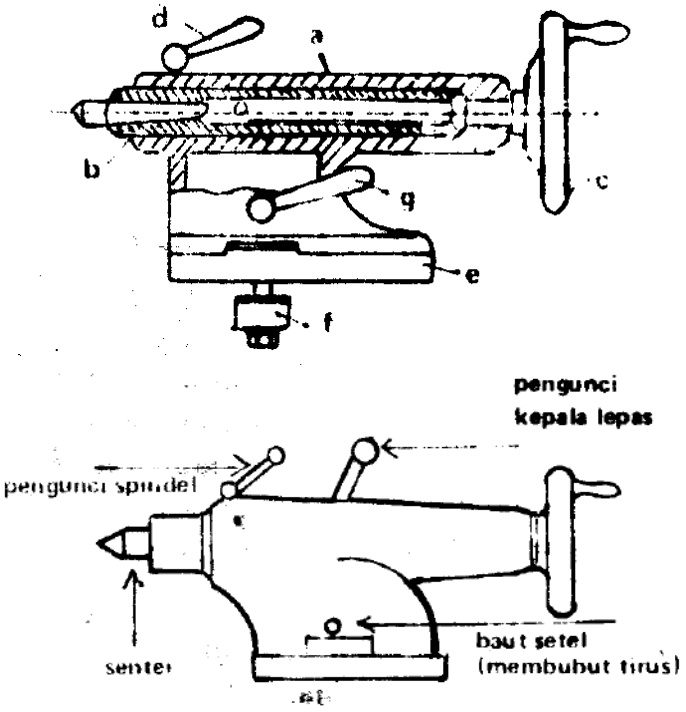
yang memanjang padaporos utama disebut gaya aksial dan harus dapat diterima oleh salah satu blok-blok bantalan tekan.

C. Kepala lepas

Kepala lepas adalah suatu bagian dan mesin bubut yang terdiri dan 2 bagian yang dapat digeserkan sesamanya, bagian bawah dan kepala lepas dapat bergeser disepanjang bidang alas mesin dan Selanjutnya dijepit pada alas mesin bubut pada tempat yang diinginkan.

Bagian atas dan kepala lepas terdapat kedudukan senter yang dapat diatur kedudukannya dalam arah melintang yaitu tegak lurus pada garis pusat mesin bubut dengan melalui bagian bawah dan kepala lepas. Meneserkan bagian atas dan kepala lepas dalarn arah melintang disebut pengaturan lintang senter kepala lepas. Tujuannya adalah apabila hendak membubut benda-benda yang berbentuk konis/tirus.

Untuk menggeserkan bagian atas dan kepala lepas dengan jalan memutarkan sebuah batang ulir berkepala segi empat dengan lebih dulu melonggarkan baut dan mur penjepit kepala lepas pada alas mesin bubut. Senter yang bentuknya kerucut (tirus) dimasukkan ke dalarn suatu tabung yang berbentuk kerucut dan tabung itu dicegah tenhadap perputaran sebuah bubungan yang dieratkan pada kepala lepas. Pada ujung yang lain dan tabung dipasang naf yang berulir segi empat untuk tempat batang uliran yang dilengkapi dengan roda tangan. Roda tangan yang terpasang pada batang uliran tidak dapat bergeser dan kepala lepas. Dengan mernutarkan roda tangan itu maka tabung di mana terpasang senter dapat dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam kepala lepas. Senter dapat dikeluarkan dan tabungnya dengan jalan memutarkan terus roda tangan ke kanan. Pada waktu membubut senter ini dieratkan dengan penjepit dengan menarik tuas yang dilengkapi dengan mur. Juga selain tendapat senter yang mati (tetap) juga terdapat senter dengan ujung yang dapat berputar sendiri karena senter itu dilengkapi dengan bantalan peluru, di mana mempunyai kebaikan memiliki puncak yang tidak akan aus dan tidak perlu memberikan pelumasan pada waktu melakukan pekerjaan membubut.



Gambar 4.4. Kepala lepas dan bagian-bagiannya

Keterangan gambar
a. spind& (penggerak poros)
b. kedudukan senter
c. roda tangan
d. sekrup pengencang
e. alas/dasar kala epa:
f. baut penjepit alas mesin
g. penjepit kepala lepas pada alas mesin

Kepala lepas adalah bagian dan mesin bubut yang letaknya disebelah kanan mesin dan dipasang di atas alas mesin, kegunaan alat ini adalah :

- sebagai tempat pemikul ujung benda kerja yang dibubut
- sebagai tempat kedudukan bor pada waktu mengebor
- sebagai tempat kedudukan penjepit bor.

Kepala lepas dapat bergeser disepanjang alas mesin dan kedudukannya pada alas mesin tersebut diikat dengan baut dan mur ikat. Baut dan mur ini mengikat bagian alas kepala lepas dengan alas mesin, poros kepala lepas itu berlubang tirus sesuai dengan ketirusan senter atau tangkai bor. Pada paksi ini terdapat garis-garis pengukur yang gunanya untuk memeriksa panjang pergerakan poros itu misalnya diwaktu mengebor.

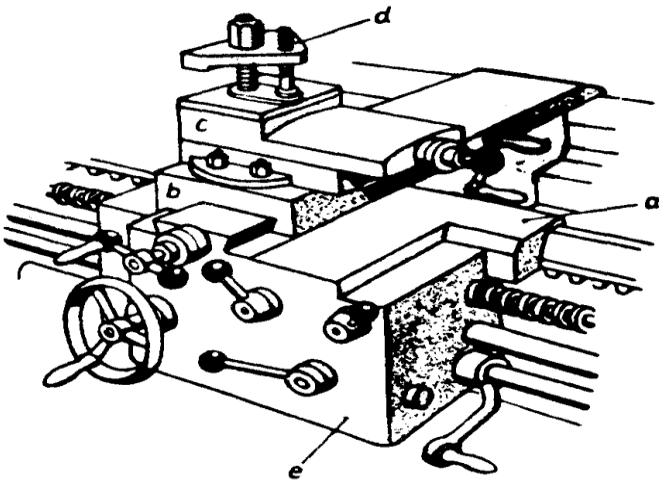
Tinggi kepala lepas ini sama dengan tinggi kepala tetap. Untuk memeriksa ketinggian ini maka pada kedua lubang poros kepala lepas dan tetap dipasang senter yang bersudut 600, kedua senter itu kita tempatkan sehingga hampir bersentuhan, jika tinggi kedua ujung senter itu sama maka kedudukan kepala lepas dan kepala tetap itu baik. Kedudukan senter antara kepala tetap dan kepala lepas ada dua macam yakni:

- sepusat untuk membubut bentuk bulat silindris.
- tidak sepusat untuk membubut bentuk konisltirus.

D. Eretan

Eretan mesin bubut digunakan untuk memogang erat perkakas bubut dan memberikan kepadanya gerakan yang diperlukan (gerakan ke kiri ke kanan dan gerakan melintang). Arah gerakan dapat sejajar dengan tegak lurus atau miring terhadp sumbu mesin bubut, eretan juga merupakan tempat kedudukan penyangga berjalan, eretan harus dibuat dan diberi penuntun sedemikian rupa sehingga terjamin pengerjaan yang bebas goncangan.

Eretan terdiri atas eretan alas, eretan lintang dan eretan atas, eretan alas adalah eretan yang kedudukannya pada alas mesin dan bergerak ke kiri dan ke kanan sepanjang alas, di dalamnya terdapat alas-alas mekanis untuk menggerakkan eretan tersebut secara otomatis ataupun digerakkan dengan tangan (manual). Gerakan eretan mi melalui roda gigi yang dibubungkan pada batang gigi panjang yang dipasang di bawah alas atau melalui poros penghantar (transportir).



Gambar 4.5. Eretan dan bagian-bagiannya

Keterangan :

a. eretan
b. eretan melintang
c. eretan atas
d. penjepit pahat
e. kotak eretan.

Eretan dapat dinamakan juga "Supor/Support" yang berguna untuk menggerakkan dan menghantar pahat, supor mi bergerak melalui alas atau bed mesin dengan perantaraan sumbu (as) pembawa atau oleh sumbu transporteur dan batang bergigi yang terpasang pada bed/alas mesin. Eretan atas dapat digerakkan atau diputarkan dalam sikap yang kita inginkan misalnya pada waktu membubut tirus. Sumbu pembawa terbuat dan bahan bulat oleh karena itu sepanjang sumbu pembawa terdapat alur pasak, yang gunanya untuk menggerakkan roda gigi dalam eretan secara otomatis, bila terbuat dan bahan segi enam maka tidak diperlukan alur pasak. Pada sumbu transporteur pada umumnya tidak terdapat alur pasak tetapi sepanjang sumbu tersebut diberi ulir trapesium, adapun transporteur dipergunakan bilamana kita akan membubut ulir.

Bila suatu mesin bubut tidak terdapat sumbu pembawa maka sumbu transpoteur selain berulir juga diberi alur pasak sepanjang poros agar berfungsi sebagai sumbu pembawa.Bila mana kita akan membubut bentuk silinder atau tirus yang bersudut kecil dengan secara otomatis maka kita mempergunakansumbu pembawa, perputaran dan sumbu pembawa didapat dan perputaran sumbu utama dengan melalui perantaraan roda-roda gigi yang dihubungkan dan sumbu utama dengan sumbu pembawa.

Untuk membubut ulir pada benda pekerjaan maka pahat bubut harus bergerak otomatis menyayat benda pekerjaan yang berputar secara teratur. Untuk keperluan ini kita memerlukan sumbu transporteur yang mana digerakkan oleh sumbu utama melalui roda-roda gigi yang menghubungkan sumbu utama dengan sumbu transporteur.

Untuk mendapatkan bermacarn-macam langkah ulir maka kecepatan jalannya pahat bubutpun harus berlainan pula. ini didapat dan bermacam-macam langkah ulir maka kecepatan jalannya pahat bubut harus berlainan pula. ini didapat dan hermacam-macam kecepatan transportir. Untuk mendapatkan hal ini maka roda-roda gigi antara sumbu utama dan transporteur harus dapat ditukar-tukar.

Pada mesin bubut yang modern kita tidak usah lagi menukar roda-roda gigi karena adanya lemari roda gigi, karena adanya leman roda-roda gigi pengatur putaran

transportir, kita tinggal memindahkan tuas (handel) untuk mendapatkan perputaran yang ditentukan transportir atau sumbu pembawa.

Eretan terdiri dan Eretan bawah (sebagai penghantar yang berjalan secara horisontal); Eretan melintang yang berjalan melintang terhadap sumbu mesin dan Eretan atas sebagai pemegang pahat. Eretan melintang letaknya di atas eretan alas/bawah dan kedudukannya melintang terhadap alas/bed mesin, eretan ini dapat bergeser ke arah melintang yaitu menjauhi atau mendekati pekerja (operator), baik diputar dengan tangan (secara manual) maupun secara otomatis.

Guna eretan ini antara lain untuk membenikan tebal pemakanan pahat atau menggerakkan pemakanan pahat diwaktu membubut. Pada bagian ujung dekat dengan pemutarnya terdapat pembagian ukuran, dengan pembagian ukuran ini kita dapat mengatur tebal pemakanan pahat bubut.

Eretan atas tenletak di atas eretan lintang dan diikat oleh 2 buah baut dan mur ikat, pada eretan ini terpasang rumah pahat yang gunanya untuk memasang pahat bubut, pahat tersebut dipasang pada rumah itu kemudian dijepit oleh sebuah atau beberapa buah baut jepit, kedudukan eretan ini dapat diubah-ubah atau diputar 360° sesuai dengan yang kita kehendaki. Pada bagian alasnya terdapat pembagian ukuran dalam derajad, eretan ini khususnya digunakan untuk membubut tirus dengan sudut yang besar pada jarak yang pendek (berhubung panjang langkahnya terbatas), gerakannya tidak dapat diatur secara otomatis melainkan harus diputar oleh tangan operator.

Eretan dasar/alas meluncur dengan dudukan panjang di atas lis-lis penuntun pada bangku dan menjamin gerakan yang tepat sejajar dengan sumbu bubut (gerakan memanjang). Sebuah lis penuntun yang menjangkau sampai di sebelah bawah tapi bangku mesin menghindarkan pengungkitan ke atas pada arah tekanan sayat, páda lis penuntun ini dipasang sebuah alat penjepit yang mengeratkan eretan dasar pada setiap posisi (pada pembubutan permukaan).

Di sebelah depan eretan dasar dipasang kotak kunci (panel roda) yang bidang luarnya merupakan tempat engkol atau roda untuk pelayanan, pada mesin bubut paling sederhanapun perlu ada.

Roda tangan untuk menggeserkan eretan dasar pada bangku dengan cepat, pegangan untuk menjalankan laju memanjang otomatis, engkol untuk menjalankan laju memanjang pada pembubutan ulir dengan poros ulir, roda tangan untuk laju manual

eretan lintang, pegangan untuk menjalankan laju melintang otomatis. Di dalam kotak kunci dipasang sebuah kunci mur yang digunakan untuk menjalankan dan menghentikan penggerakan eretan oleh poros ulir.

4.3. Jenis Mesin Bubut

Pada garis besarnya mesin bubut dapat dikiasifikasikan dalam 4 kelompok yaitu mesin bubut ringan, mesin bubut sedang, mesin bubut standard dan mesin bubut beralas panjang.

A. Mesin bubut ringan

Macam mesin bubut ini dimaksudkan untuk latihan dan pekerjaan ringan, bentuk peralatannya kecil dan sederhana dan di pergunakan untuk mengerjakan benda-benda kerja yang berukuran kecil. Mesin ini terbagi atas mesin bubut bangku dan model lantai, konstruksinya merupakan gambaran mesin bubut yang besar dan berat.

B. Mesin bubut sedang:

Konstruksi mesin bubut ini lebih cermat dan diperlengkapi déngan penggabungan peralatan khusus, oleh karena itu mesin ini dipergunakan untuk pekerjaan yang lebih banyak variasinya dan lebih teliti. Fungsi utama adalah untuk menghasilkan atau untuk memperbaiki perkakas-perkakas secara produksi.

C. Mesin bubut Standar

Mesin ini dibuat lebih berat, daya kudanya lebih besar dan dipergunakan untuk pekerjaan yang lebih besar daripada yang dikerjakan mesin bubut ringan dan sedang, mesin ini merupakan standard dalam pembuatan mesin-mesin bubut pada umumnya.

D. Mesin bubut beralas panjang

Mesin bubut ini termasuk mesin bubut industri yang dipergunakan untuk mengerjakan pekerjaan-pekerjaan yang panjang dan besar, misalnya membuat poros-poros kapal, poros transmisi yang panjang dan besar, bahan roda gigi dan lain-lain.

4.4. Perlengkapan Mesin Bubut

Untuk mengoperasikan mesin bubut untuk produksi maka diperlukan sejumlah peralatan yang digunakan untuk mengerjakan benda pekerjaan, di sini hanya diuraikan

peralatan khusus yang dipakai dalarn mesin bubut sedangkan peralatan yang biasa digunakan dalam bengkel secara umum tidak disinggung, misalnya tentang : obeng, tang, kunci dan lain sebagainya tidak perlu dibahas di sini. Macam peralatan pada mesin bubut yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

A. Pahat bubut

Pahat bubut digunakan untuk menyayat benda kerja sehingga menjadi hasil produk yang diinginkan. Bahan pahat bubut biasanya dibuat dan: baja zat arang, baja zat arang yang dicainpur (baja bubut cepat/HSS), logani potong cepat (Wedia atau Kenna) yang hanya dipasang pada ujung pemegang pahat.

Jenis pahat bubut dapat dilihat pada gambar berikut ini, antara lain jenis pahat : pahat kasar, pahat halus, pekerjaan sebelah luar, pekerjaan sebelah dalam (pahat dalam), pahat ulir, pahat pronil, pahat pembentuk, pahat alur, pahat potong, dan lain sebagainya. Sebuah pahat dikatakan pahat kanan, jika sisi potong (mata) pahat itu terhadap orang (operator) yang menghadapkan ujung pahat itu datar ke arahnya dan dengan demikian melihat kepada muka ikalnya mengarah ke kanan. Pahat bubut kasar dapat memotong dengan hasil yang sangat baik sekali dan pahat bubut itu sangat mudah diasahnya, keburukannya adalah pada waktu pahat bekerja keadaan pahat sering bergetar.

Pahat bubut yang akan dipakai dijepit pada eretan atas (penjepit pahat), kedudukan pahat diatur sedemikian rupa agar tinggi ujung pahat adalah sama tinggi dengan tinggi ujung senter. Sudut-sudut pahat bubut tergantung pada bahan yang dibubut dan bahan pahat itu sendiri, sudut pahat yang besar memberikan kekuatan yang besar dan menghalau panas dan mata pemotongnya. Untuk mengerjakan bahan yang keras diperlukan sudut pahat yang besar. Sudut yang kecil memberikan inata pemotong yang lemah tetapi penyayatan lebih mudah. Untuk membubut logam yang lunak dan ukuran garis tengah kecil, kelonggaran depan dapat ditambah. Logam yang rapuh keras seperti besi tuang, beramnya patah menjadi serpih menimbulkan tegangan besar pada pahat, karena itu mata pemotong pahat harus mempunyai kekuatan maksimum untuk mencegah pahat patah, mengasah sudut sayatan punyak akan menghilangkan logam dan belakang mata pemotong Sehingga mata pemotongnya menjadi lemah.

Pahat yang banyak digunakan sekarang ini adalah pahat baja kecepatan tinggi, pahat ini tahan terhadap suhu 600 0C karena mengandung perpaduan Wolfram, Vanadium dan Chrom disamping Karbon, sehingga baja ini mempunyal kecepatan sayat yang besar sekali. Baja kecepatan tinggj dipergunak untuk mengerjakan bahan-bahan yang lebih keras misalnya: besi, baja, besi tuang dan lain-lain, pahat logam keras untuk mengerjakan bahan.bahan keras dan dapat bekerja dengan pemakanan sayatan yang tebal.

Logam keras tahan terhadap suhu 1000° C dan tahan aus, kelemahannya adalah mempunyai sifat getas. Bentuk pahat bubut ini bermacam..macam tergantung dan fungsinya, hal ini berarti bahwa suatu macam bentuk pahat bubut pninsipnya tidak boleh untuk bermacam macam pengerjaannya misalnya pahat bubut rata semata-mata untuk membubut permukaan memanjang dari benda kerja dan tidak boleh untuk membubut ulir.

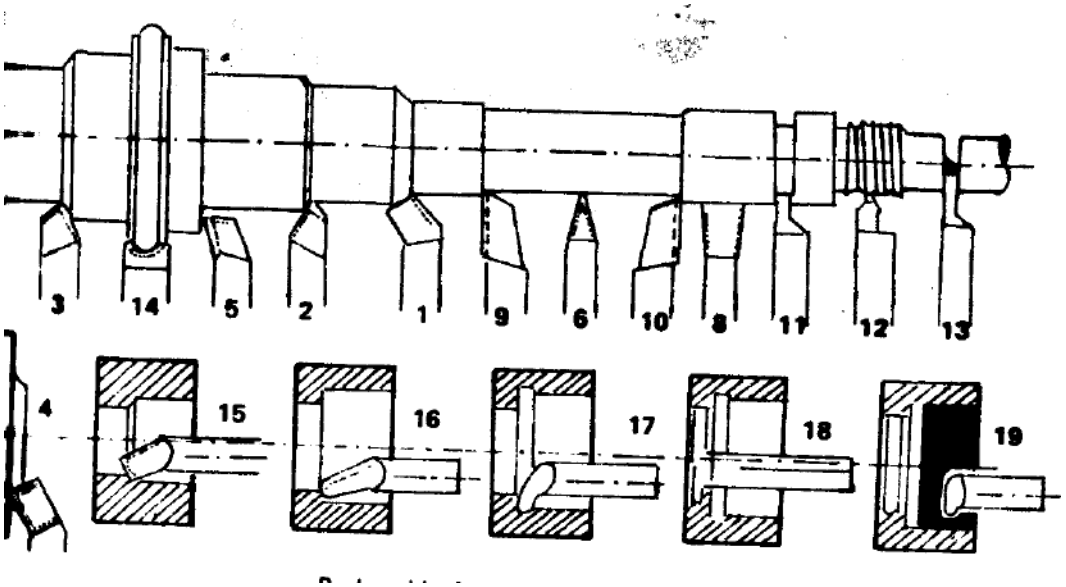
Ketajaman mata pemotong pahat besar sekali efeknya terhadap benda yang dibubut, jika bentuk atau ketajaman pahat itu tidak baik maka hasil bubutan tidak baik pula, dalam hal ini pembubut (operator) harus pandai mengasah pahat, tanda-tanda pahat menjadi tumpul selagi dipakai dan perlu diasah adalah sebagai berikut :

- hasil sayatan pahat kasar, tatalnya bubuk meskipun penyayatannya tipis.
- bunyinya mengerit, berasap, bekas sayatannya mengkilap karena mata pemotong pahat sudah berbentuk bidang sehingga pahat tidak lagi menyayat rnelamkan bergesek.
- kalau digerakkan dengan tangan terasa berat dan pahat bergetar.

Yang harus diperhatikan waktu mengasah pahat bubut adalah;

- pakailah kacarnata untuk melindungi mata dan debu pengerindaan.
- pakailah batu geninda yang kasar dahulu untuk membentuk sudut-sudut dan mata pemotongnya, setelah itu diselesaikan pada batu gerinda yang halus.
- pakailah mal pengasah pahat atau bevel protektor untuk memeriksa sudut-sudut yang diasah.
- peganglah pahat itu dan tangan bersandar pada alat penahan mesin geninda.
- penekanan pahat pada batu gerinda jangan terlalu keras agar pahat tidak cepat panas dan pengasahannya jangan pada satu tempat saja.

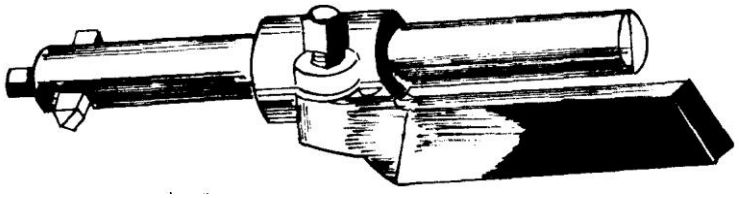
- bagian yang diasah jangan sampai biru dan/atau merali hal ini dapat mengurangi kekuatan pahat.
- pahat sering didinginka dalam air sewaktu diasah



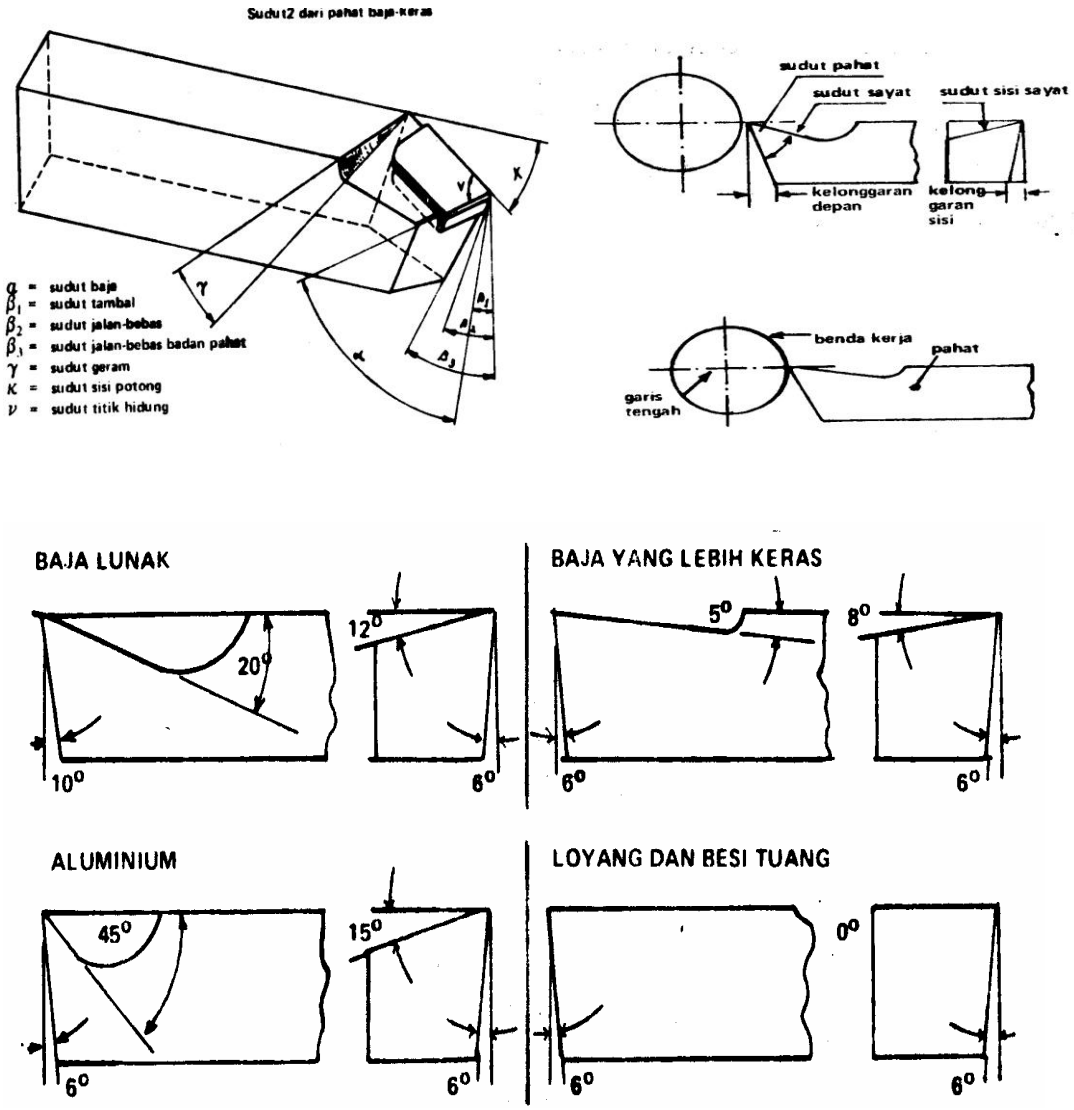
Gambar 4.6. Berbagai jenis pahat bubut

Ketangan :

1. Pahat kiris tekuk kanan; 2. Pahat kiki lurus kanan; 3 Pahat kiri lurus kiri; 4 Pahat kiri samping kanan; 5 Pahat pucuk samping kanan; 6, 7 Pahet poles pucuk; 8 Pahat poles lebar; 9 Pahat bubut samping kanan; 10 Pahat bubut samping kiri ; 11 Pahat alur; 12 Pahat ulir pucuk; 13 Pahat penggal; 14 Pahat bubut bentaik; 15 Pahat bubut dalam; 16.Pahat sudut dalam; 17, 18 Pahat kait ; 19 pahat ulir dalam.



Gambar 4.7. Pemegang pahat



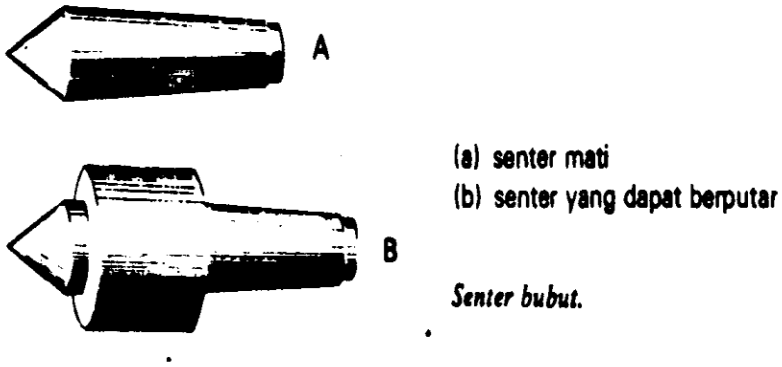
Gambar 4.8. Sudut pahat

B. Senter

Senter adalah alat yang terbuat dan baja yang dikeraskan dan digunakan untuk memikul benda kerja yang dibubut, senter ini dipasang pada lubang poros kepala lepas dan kepala tetap, bagian yang memikul benda kerja menyudut 60°, senter yang terpasang pada kepala tetap dinamakan senter hidup dan yang terpasang pada kepala lepas dinajuakan senter mati.

Dinamakan senter hidup karena ia ikut berputar dengan benda kerja sedangkan senter rnati tinggal diam tidak berputar, senter mati selalu bergesek dengan benda kerja yang berputar, jika tidak dipelihara dengan baik maka ujung senter ini akan cepat aus dan rusak, oleh karena itu pemasangannya pada benda kerja harus diberi minyak pelumas,

senter kepala lepas yang balk adalah senter yang dapat berputar sehingga antara benda kerja dan ujung senter tidak ada gesekan. Memperbaiki sudut senter yang rusak ialah dengan gerinda pada mesin bubut, gennda tersebut dipasang pada suatu motor kecil kemudian dijepit pada eretan atas mesin bubut, eretan mi harus menyudut 300, senter tersebut dipasang pada lubang poros kepala tetap dan arah putarannya sebaiknya sama dengan arah putaran batu gerinda, pemakanannya harus tipis dan kecepatan pemakanannya hams lambat sehingga rata dan halus.

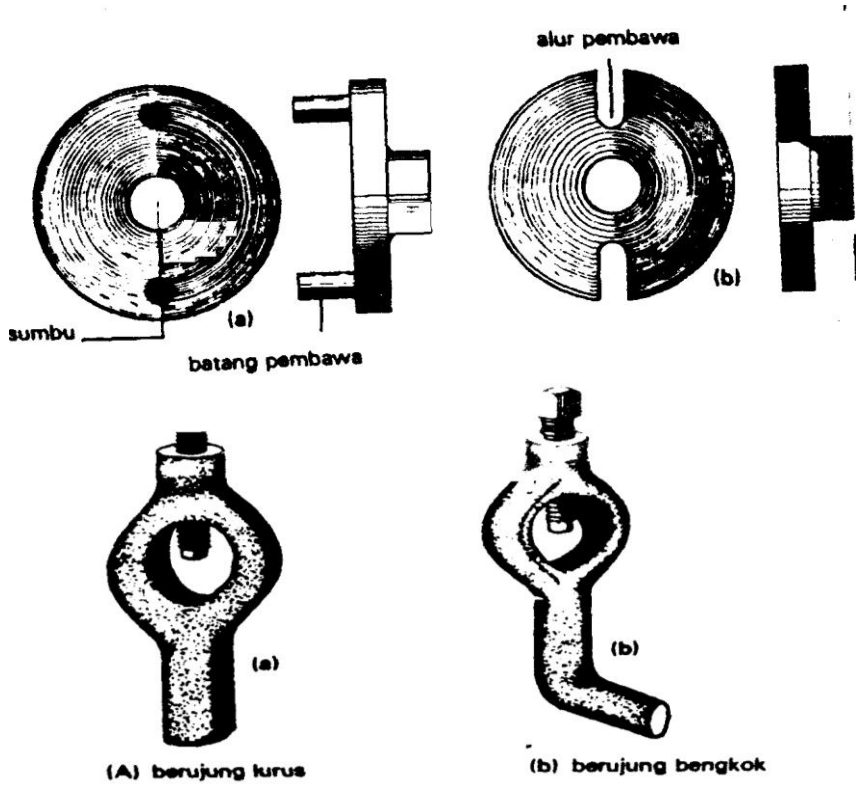


Gambar 4.9. Senter

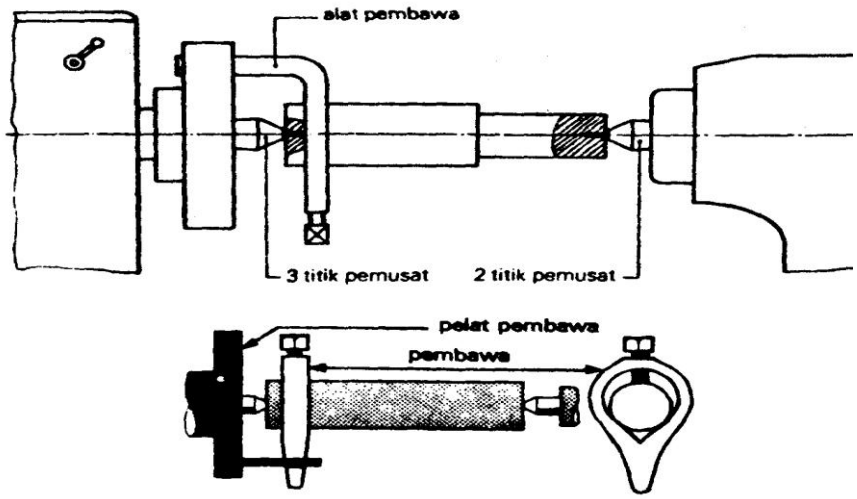
C. Pembawa dan pelat pembawa

Pembawa adalah alat yang fungsinya memuawa benda kerja untuk ikut berputar sewaktu membubut, alat ini terbuat dan baja tuang dan mempunyai baut ikat, benda kerja yang akan dibubut dimasukkan bagian ujungnya pada lubang pembawa kemudian dijepit dengan baut tadi, bentuk alat mi ada yang berujung lurus dan ada yang berujung bengkok dan pemakaiannya tergantung dan bentuk pelat pembawa mesin bubut.

Pelat pembawa berbentuk bulat pipih dan digunakan untuk memutar pembawa sehingga benda kerja yang terpasang pada pembawa ikut berputar dengan poros mesin, permukaannya ada yang beralur dan ada yang pula berbatang pembawa. Alur atau batang pembawa ini gunanya untuk meletakkan ujung pembawa yang berujung bengkok atau berujung lurus, baik alat pembawa maupun pelat pembawa keduanya dipakai manakala benda kerja yang dibubut dipasang atau dipikul oleh dua senter. Kadang-kadang pelat pembawa dan pembawa disebut jantung bubut karena bentuknya seperti jantung manusia.



Gambar 4.10. Pelat pembawa



Gambar 4.11. Pemasangann plat pembawa

D. Cakeram penjepit (Cekam)

Cakeram penjepit disebut/dinamakan juga pelat genggam atau cekam, macamnya ada dua jenis yaitu cekam yang mempunyai rahang 4 buah (biasanya tidak otomatis, diputar satu persatu) dan cekam berahang 3 yang memutar sendiri secara otomatis. Alat ini bentuknya bundar dan mempunyai rahang untuk penjepit benda kerja. Pada jenis cekam

3 rahang dapat bergerak otomatis atau memusat sendiri jika salah satu kuncinya diputar, cekam mi khusus untuk membubut atau menjepit benda bulat atau bersegi 3 ; 6 ; 9; yang sama sisi.

Cekam 4 rahang pada masing-masing rahangnya bergerak sendiri-sendiri tidak otomatis, guna cekam ini ialah untuk menjepit benda kerja yang berbentuk segiempat, benda kerja yang tidak teratur, bulat atau penjepitan benda kerja tidak harus ditengah-tengah, pada cekam ini terdapat garis-garis melingkar yang gunanya untuk memudahkan atau mempercepat pengaturan letak benda kerja di. tengah-tengah sehingga titik tengahnya segaris dengan garis senter mesin. Bagian luar baik cekam berahang tiga atau empat dapat pula dipakai untuk menjepit benda kerja pada bagian dalamnya misalnya pipa, flens yang berlubang besar. Pemasangan kedua penjepit ini pada sumbu kepala tergantung dan konstruksj poros mesin bubut ada yang diputar dan ada pula yang diikat dengan baut dan mur pengikat.

E. Kollet atau tang penjepit

Untuk menjepit benda kerja yang sudah halus dan bulat (karena diameternya kecil sehingga untuk dijepit oleh cekam atau pembawa) maka digunakan kollet (kolet) atau tang penjepit dinarnakan juga tanduk penambat. Bentuknya bulat panjang, lehernya tirus dan berlubang, ujungnya berulir dan kepalanya dibelah menjadi 3 bagian. Ukuran alat ini bermacam-macarn hal mana tercanturn pada bagian mukanya dan menyatakan garis tengah benda kerja yang bisa dijepit.

F. Penyangga tetap dan penyangga jalan

Penyangga tetap adalah alat yang gunanya untuk menyokong atau menunjang benda kerja yang dibubut jika bagian yang dibubut itu panjang, tanpa alat penunjang ini maka benda tersebut khususnya bagian tengahnya (antara senter kepala lepas dan kepala tetap) akan bergetar sehingga hasilnya akan kasar dan tidak bulat, terlebih-Iebih diwaktu membubut benda kerja yang berlubang bagian da1amnya (benda yang panjang). Penyangga tetap dipasang pada alas mesin dan diikat dengan baut dan mur, bagian yang menyokong benda kerja sebanyak 3 buah dan terbuat dan baja atau perunggu. Batang penyokong dapat diatur dengan baut penekan agar ketiganya dapat merapat pada benda kerja. Penekanan tersebut tidak boleh terlalu keras dan tidak boleh terlalu longgar, jika terlalu keras benda kerja akan termakan olen penyokong tersebut

dan jika terlalu longgar akan bergetar, bagian yang disokong harus diberi minyak pelumas untuk mengurangi gesekan dan melancarkan putaran benda kerja.

Penyangga jalan fungsinya sama halnya perbedaannya bahwa penyangga jalan pemasangannya pada eretan dan ikut bergerak sepanjang jalannya pahat pada alas mesin. Kerja penyangga jalan adalah menahan benda kerja agar tidak melengkung dan tidak bergetar karena adanya tekanan pahat yang menyayat, alat ini mempunyai 2 buah penyokong, satunya untuk menyokong bagian atas benda kerja dan satunya lagi berhadapan dengan letak pahat, penyangga sering juga dinamakan "Kacamata"

G. Poros bantu (Mandrel)

Untuk membubut bagian luar benda kerja yang pendek dan berlubang dipergunakan poros bantu untuk menyangga agar benda tersebut dapat dikerjakan tanpa banyak pengaturan atau penyetelan, poros bantu mi berupa batang bulat yang dipasang/dimasukkan ke dalam lubang benda kerja. Bentuknya tirus atau lurus dan bagian ujungnya ada yang berulir dan ada pula yang tidak. Panjang dan garis tengahnya bermacam-macam tergantung dan panjang dan besar lubang benda kerja yang akan dibubut. Bagian yang meny,gga benda kerja harus dikerjakan dengan teliti dan halus agar tidak merusak lubang benda kerja.

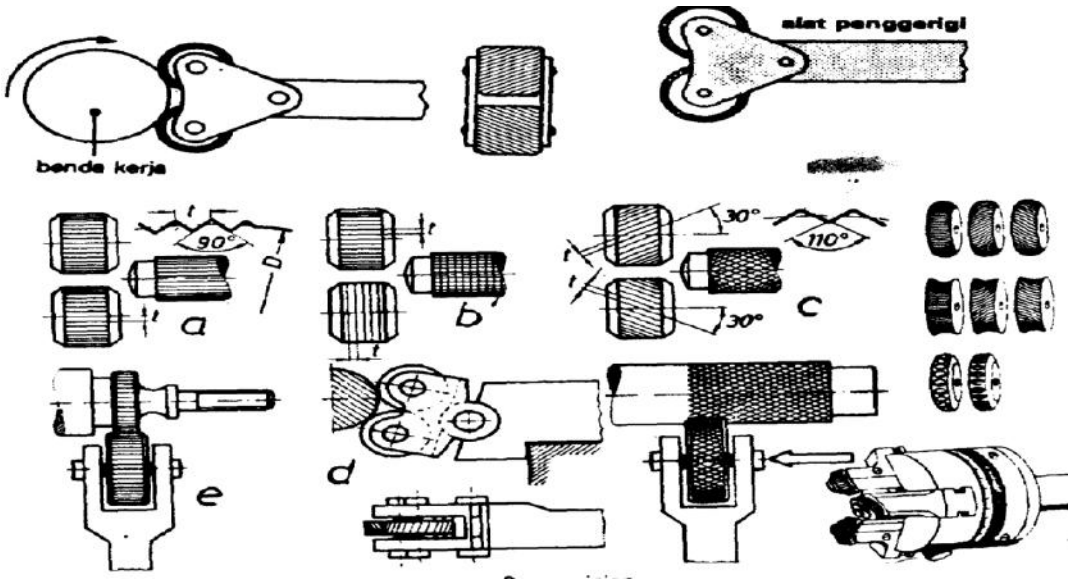
H. Kartel

Kartel adalah suatu alat yang gunanya untuk membuat alur alur atau gerigian kecil pada benda kerja, benda yang dibuat alur alur ini dimaksudkan agar tidak licin dan terdapat pada batang penarik atau pemutar yang dipegang oleh tangan, alat ini terdiri dan tangkai dan sepanjang gigi, gigi tersebut terpasang pada bagian muka tangkai dan dibuat dan baja yang dikeraskan, hasil pengkartelan ini ada yang lurus atau serong (belah ketupat), ukuran kehalusan alurnya atau giginya ditentukan dalam banyak alur tiap inchi, kartel yang beralur 14 tiap inchi adalah kartel kasar. Kartel ini dipasang pada rumah pahat dan kedudukannya harus setinggi senter, kenja kartel bukan menyayat seperti pada pahat bubut melainkan menekan benda kerja sehingga bagian yang tertekan akan beralur sedangkan bagian yang tidak tertekan akan mengembang keluar.

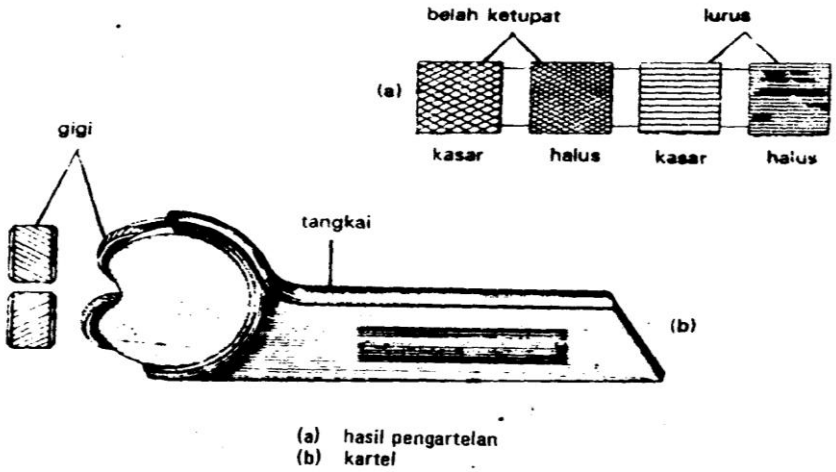
Sebelum dikartel benda kerja harus dibubut halus dengan ukuran ± 0,5 mm lebih kecil dan pada ukuran yang seharusnya, di .rnana selisih ukuran ini akan sama besarnya dengan pengembangan bagian yang dikartel itu sehingga apabila benda kerja telah

dikartel akan berukuran sesuai dengan yang dikehendaki. Agar hasil pengartelan itu balk (tidak bertumpuk dengan bekas pengartelan percobaan yang gagal) maka kita membuat percobaan itu pada bagian lain yang nantinya akan dibubut dengan ukuran lebih kecil.

Penekanan kartel tidak boleh sekaligus melainkan harus bertahap agar kartel tidak cepat tumpul dan hasilnya tidak pecah-pecah dan penekanan yang melebihi batas akan menghasilkan alur-alur yang kasar dan pecah.



Gambar 4.12. kartel



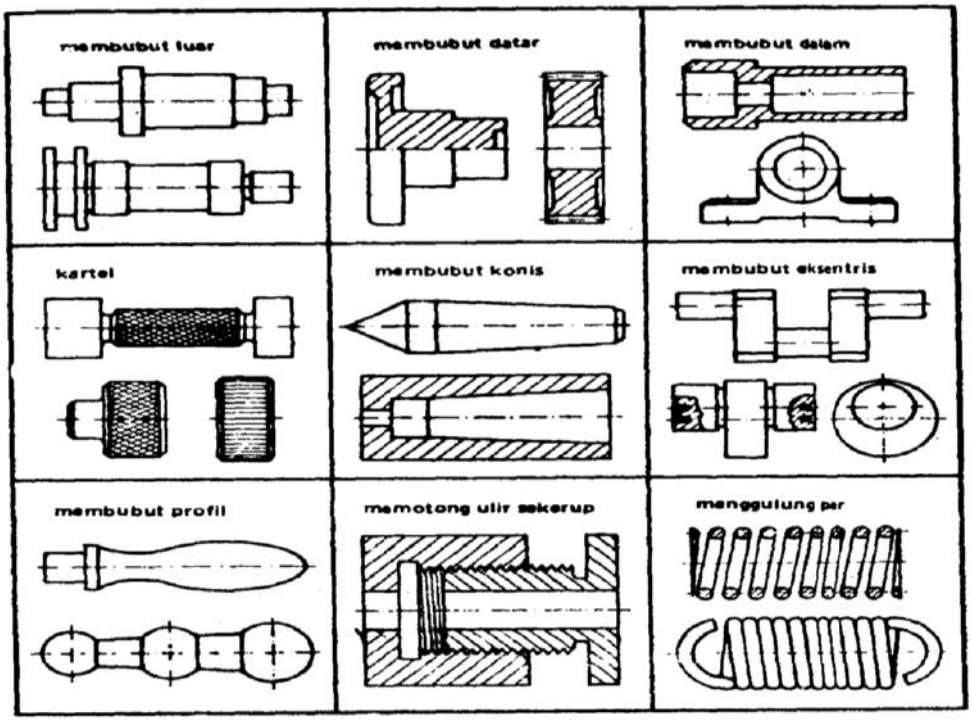
Gambar 4.13. Hasil kartel

4.5. Jenis Pekerjaan Membubut

Pada mesin bubut dapat dilakukan berbagai macam pekerjaan, misalnya membubut rata, membubut dalam (lubang), membubut ulir, mengebor dengan mesin bubut, mengkartel, memotong, membubut profil, menggulung pegas (per), membubut poros eksentrik, membubut tirus dan lain sebagainya.

A. Membubut pernukaan rata (lurus)

Membubut silinder rata sering dilakukan dan bahan asal dengan sekali atau lebih pemakanan kasar kemudian barn peniakanan akhir (untuk finishing), mesin bubut harus diperiksa untuk pemakanan sejajar dan jika perlu disetel (atur) sebelum pengerjaan pemakanan akhir



Gambar 4.14 : Berbagai macam pekerjaan mesin bubut

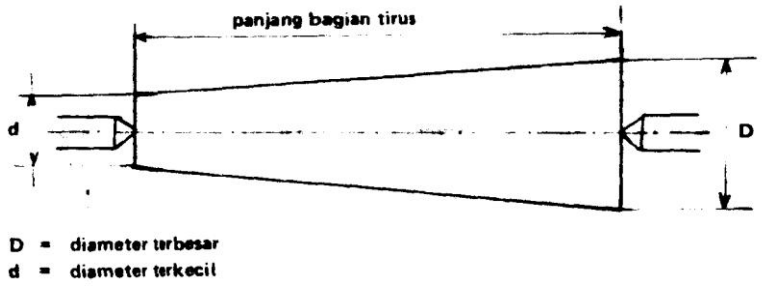
B. Membubut muka

Membubut muka adalah membubut untuk meratakan bagian muka atau ujung benda pekerjaan agar diperoleh permukaan ujung benda kerja yang rata dan halus, cara

pemakanan pahat adalah dan tengah-tengah benda kerja ke arah mundur menuju operator.

C. Membubut tirus

Jika ujung suatu benda silindris mempunyai ukuran yang berbeda maka bentuk benda tersebut tirus. Pada alat-alat atau bagian suatu mesin banyak yang berbentuk tirus misalnya tangkai bor, tangkai reamer (peluas), lubang paksi mesin bubut, lubang paksi mesin bor dan lain-lainnya, bentuk tirus ini besar sekali gunanya pada suatu keperluan disamping sebagai suatu variasi, misalnya ke tirusan pada tangkai bor, dengan ketirusan tersebut bor akan mengunci sendiri pada lubang paksi mesin bor tanpa diikat dengan suatu pengikat, senter kepala lepas atau senter kepala tetap masuk ke dalam paksinya tanpa diikat atau dikunci dengan alat apapun.



Gambar 4.15. posisi membubut tirus

Sebagian besar alat yang bentuknya tirus dibuat pada mesin bubut, cara membubut tirus di sini ada tiga cara yaitu dengan menggeserkan kepala lepas (untuk benda kerja yang panjang), dengan menggeserkan eretan alas (untuk benda kerja yang pendek) dan yang ketiga adalah menggeserkan perlengkapan tints yang disebut “taper attachment” yang terdapat pada eretan lintang mesin bubut.

(1). Cara membubut tirus dengan menggeserkan kepala lepas

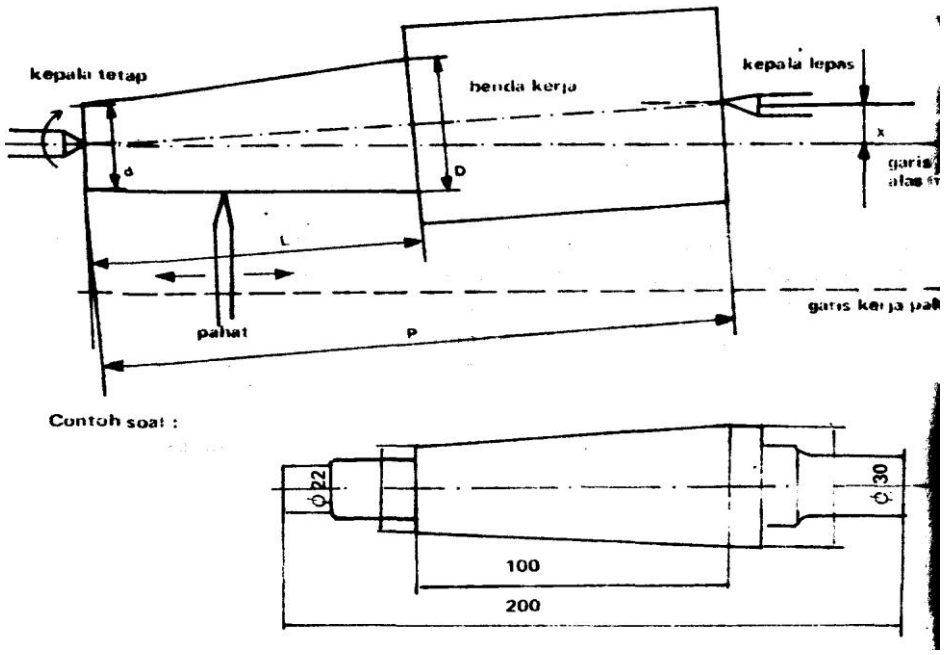
Telah diketahui bahwa kepala lepas terdiri atas dua bagian yaitu bagian atas dapat digeserkan ke kiri dan ke kanan dengan perantaraan sebuah baut, maka dalam pembubutan tirus kepala lepas tersebut digeser ke kanan atau ke kiri sehingga letak titik sumbu antara senter kepala lepas dan kepala tetap tidak pas tetapi bergeser dalam arah horisontal, sehingga bila pahat bergerak sepanjang alas mesin akan

memakan benda kerja dengan arah yang sejajar alas mesin dan hasilnya adalah diameter ujung kepala lepas tidak sama (berbeda) dengan ujung benda kerja kepala tetap. Menghitung pergeseran kepala lepas pada cara mi ada rumusnya yaitu :

$$X = \frac{P \cdot (D - d)}{2L}$$

di mana :

X = jarak pergeseran kepala lepas
P = panjang benda kerja seluruhnya
D = diameter terbesar
d = diameter terkecil
L = panjang bagian yang tirus



Gambar 4.16. Cara membubut tirus dengan cara menggeser kepala lepas

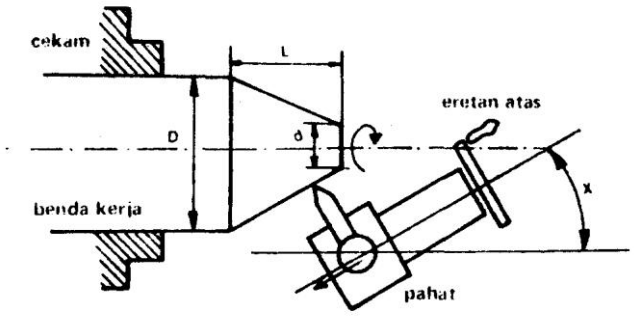
Untuk membubut tirus benda kerja seperti ukuran di atas maka kepala lepas harus digeser sepanjang :

$$X = \frac{P \cdot (D - d)}{2L} = \frac{200 \times (30 - 22)}{2.100} = 8 \text{ mm}$$

Jadi pergeseran kepala lepas itu sepanjang 8 mm. Jika kita lihat bentuk tiruss tersebut maka badan kepala lepas harus digeser ke arah kanan atau menjauhi pembubut, jarak pergeseran itu kita ukurkan dengan mistar baja atau jangka sorong pada kedua garis yang terdapat pada badan dan alas kepala lepas.

(2) Cara membubut tirus dengan menggeserkan eretan atas

Pembubutan tirus dengan menggeserkan eretan atas dapat menghasilkan besar tirus yang tak terbatas dari 0 sampai 900 tetapi pada jarak yang pendek karena panjang langkahnya terbatas, dapat juga membuat tirus pada jarak yang panjang tetapi pada caranya kurang praktis karena haruss dilakukan secara bertahap. Dengan cara eretan atas digeserkan sekian derajat dan kedudukannya dan pergerakannya dilakukan oleh tangan, dengan cara ini kita dapat membubut tirus luar dan dalam. Perhitungan pergeboran eretan atas untuk menentukan besar derajad dalam penyayatan tirus adalah berdasarkan bagian yang tersayat dalam bentuk segitiga. Cara menghitung berapa derajat eretan atas harus digeserkan (diputar) dan posisi kedudukan nol adalah sebagai berikut:



Rumus : $\text{tg } X = \frac{D - d}{2L}$

Contoh:

Untuk membubut benda yang berukuran seperti di atas maka cretan atas harus digeser sebesar:

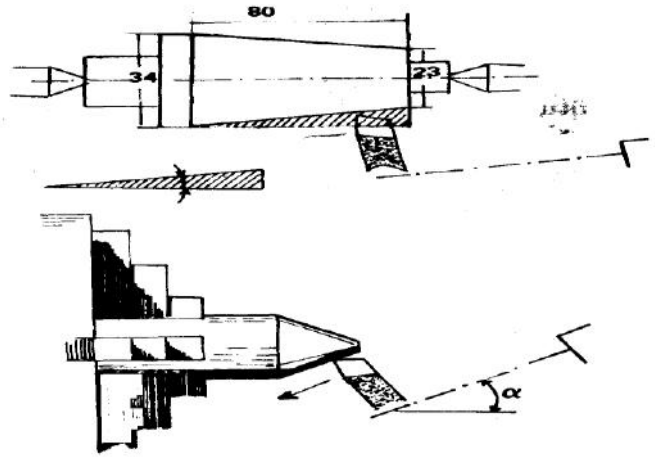
$$\text{tg } X = \frac{34 - 23}{2.80} = 0{,}0687$$

Kita cari dalam daftar logaritma maka terdapat harga X adalah sama dengan 4°, jadi eretan atas digeser sebanyak 40 dan sumbu eretan lintang ke arah kanan.

Jika membuat tirus dengan ketirusan yang besar pengerjaannya tak dapat dilakukan dan sebelah kanan apabila benda kerja itu dipasang antara dua senter, dalam hal ini eretan atas akan membentur kepala lepas dan tak dapat digerakkan, untuk pembubutan yang demikian maka letak eretan atas harus diputar ke kiri dan pengerjaannyapun harus dilakukan dari kiri pula. Cara lain ialah benda kerja itu

tidak dipasang antara dua senter melainkan dijepit pada cekam dan ujung lainnya bebas.

Pahat yang digunakan harus dipasang setinggi senter dan kedudukannya tegak lurus terhadap eretan atas (berarti tegak lurus tenhadap tirus yang dibubut). Seterusnya pahat itu digerakkan maju mundur sampai pada penyayatan terakhir. Pada taraf penyelesaian penyayatan harus tipis dan diusahakan agar pemutaran eretan alas itu jangan terhenti langkah penyayatan, karena hal ini jika penyayatan itu terhenti sebelum sampai pada batas yang ditentukan maka akan meninggalkan bekas penyayatan pada benda kerja berupa alur.



Gambar 4.17. Cara membubut tirus dengan menggeserkan eretan atas

(3) Cara membubut tirus dengan menggeserkan perlengkapan tirus (taper attachment)

Cara membubut tirus ini terletak pada ujung eretan lintang dan ikut bergeser dengan eretan alas, membubut tirus dengan perlengkapan ini lebih baik daripada dengan cara menggeserkan kepala lepas tetapi panjang dan besar tirusnya terbatas. Kebaikannya adalah:

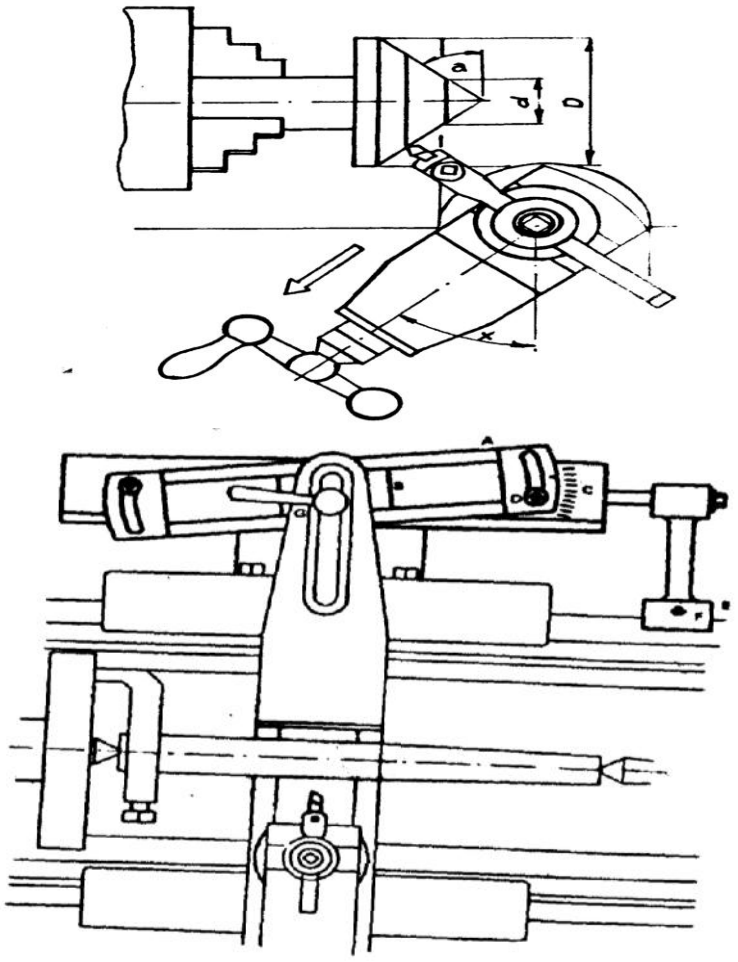
- kedudukan senter bubut tidak berubah sehingga bentuk lubang senter tidak terganggu,
- dapat membubut tirus luar dan tirus dalam dengan gerakan otomatis.

Perhitungan penggeseran ini sama dengan perhitungan penggeseran eretan atas yaitu :

$$\text{tg } x = \frac{D - d}{2L}$$

Besar sudut yang telah dihitung adalah menentukan kedudukan batang penghantar, pada ujung batang ini terdapat garis penunjuk atau tanda panah yang menunjukkan kegaris-garis pembagian ukuran derajat (C) jika besarnya sudut (a) telah diperoleh maka pengaturan perlengkapan tirus adalah sebagai berikut :

- aturlah kedudukan eretan lintang pada kedudukan bagian yang akan dibubut;
- ikatlah kedudukan blok penahan E pada alas mesin dengan mengeraskan baut F
- kendurkan baut D dan aturlah batang pengantar A sehingga tanda panahnya penunjuk pada ukuran derajat yang telah ditentukan, baut D keraskan kembali;
- pengikat G dikeraskan kembali;
- putarlah eretan lintang ke kanan untuk mengamoil tebal pemakanan, jalankan mesin dan membubutpun dapat dimulai dengan cara otomatis.



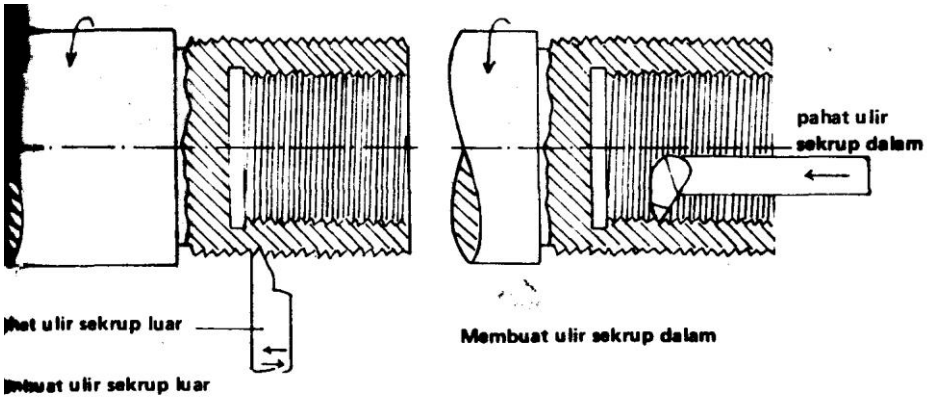
Gambar 4.18. *Cara membubut tirus dengan menggeserkan perlengkapan tirus*

D. Membubut ulir

Kegunaan ulir atau sekerup ulir adalah sebagai pengikat, penghantar atau penggerak, bentuk ulir bermacam-macam yakni : segi tiga, segi empat, trapesium dan ukuran ulir bermacam-macam pula; ada yang memakai standard Whitwort (W), ulir metrik (milimeter), ulir pipa, ulir Amenika, ada.ulir kasar, ulir halus, ulir lembut. Bentuk ulir ada yang ulir tunggal, ulir ganda, dan lain sebagainya.

Benda yang akan dibuat ulir pertama-tama harus dibubut dahulu dan berukuran sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan (dilameter luar), pemasangannya pada mesin bubut dapat dijepit pada cekam atau diantara dua senter, pada batas ulir dibuat dahulu suatu alur yang dalamnya sama dengan dalam ulir yang akan dibuat. Guna alur di sini adalah : dalamnya ulir tetap sama dari ulir pertama sampai ulir terakhir, dan pahat ulir tidak tenjepit atau terbentur pada bagian yang tidak dibuat ulir sehingga pahat mempunyai kebebasan gerak pada akhir langkah.

Pahat yang dipakai adalah pahat ulir, untuk memeriksa besarya sudut kita pakai pengukur ulir, letak pahat harus setinggi senter dan kedudukan kedua sisi mata pemotongnya harus sama terhadap benda kerja. Sewaktu membubut ulir perputaran mesin has diatur dengan kerja ganda, pada mesin yang modern pengaturi roda gigi dalam membuat ulir sudah tercantum dalam daftar yang terpasang pada mesin itu, dalam hal ini kita tinggal mengatur kedudukan batang-batang pengatur (handel) sesuai dengan keduannya, tetapi pada mesin yang tidak mempunyai perlengkapan untuk itu pengaturan roda giginya harus dihitung dahulu.



Gambar 8.19. Cara membubut ulir

Untuk dapat memasang perpindahan roda gigi yang dikehendaki biasanya harus terdapat sejumlah roda pengganti (penukar) pada mesin bubutnya, satu deret dapat terdiri dan roda-roda tukar dengan jumlah roda gigi sebagai berikut : 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 127. Kita memilih diantara roda gigi tersebut misalnya : U w = 1/3 = 30 : 90 atau 25 : 75

Di sini kita misalnya membuat roda gigi pengganti 30 dan 90 maka Z1 = 30 dan Z2 = 90. Lihat gambar contoh (1).

Contoh (2):
Bila mesin bubut yang sama (p1 = 6 mm) harus dipotong ulir sekrup dengan kisar p = 0, 75 mm) maka Uw = z1 / z atau 0,75 / 6 atau 0,75 : 600 (1/8) untuk perbandingan roda gigi 1/8 tidak tersedia roda tukar yang sesuai, sebab itu pecahan 1/8 tidak tersedia roda tukar yang sesuai, sebab itu pecahan 1/8 dipecah menjadi:

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{30}{60} \cdot \frac{25}{100} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

di mana:
Z1 = 30 gigi
Z2 = 60 gigi
Z3 = 25 gigi
Z4 = l00 gigi

4.6. Parameter Proses Pembubutan

Tiga parameter utama pada setiap proses pembubutan adalah 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, tetapitiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada Mesin Bubut.

A. Kecepatan putar (speed = n)

Kecepatan putararan (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per*

minute). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed*) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja. Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau :

$$V = \frac{\pi.D.n}{1000} \text{ .....m/menit}$$

Di mana :

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.

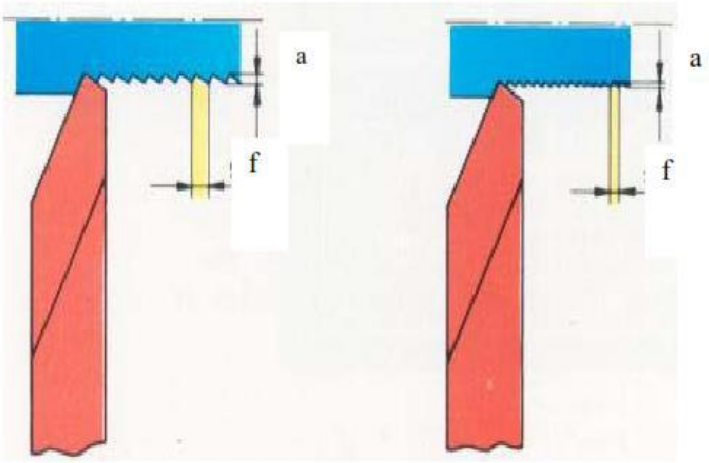
B. Gerak makan (f = feed)

Gerak makan (*feed*), adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali (gambar 8.20), 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 (deep of cut). Gerak makan tersebut berharga sekitar 1/3 -1/20 dari deep of cut, atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki.

C. Kedalaman pemotongan (deep of cut = a)

Kedalaman potong *(depth of cut)*, adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong (gambar 8.20). Ketika pahat memotong sedalam a, maka diameter

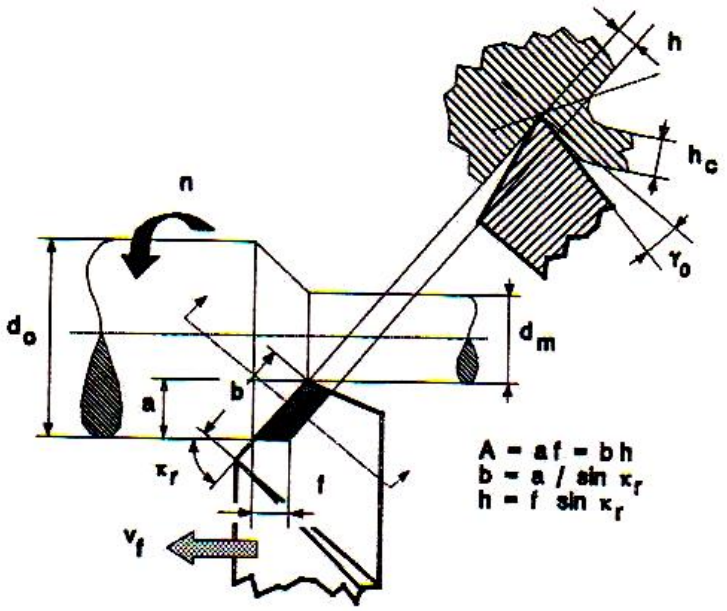
benda kerja akan berkurang 2a, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.



Gambar 4.20. Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a)

4.7. Perencanaan dan Perhitungan Proses Bubut

Elemen dasar proses bubut dapat dihitung/dianalisa dengan menggunakan rumus-rumus dan sebagaimana gambar 4.21.



Gambar 4.21. Skema proses pembubutan

Keterangan :

Benda Kerja :

d_o = diameter mula (mm)
d_m = dameter akhir (mm)
l_t = panjang pemotongan (mm)

Pahat :

Xr = sudut potong utama/sudut masuk

Mesin Bubut :

a = kedalaman potong (mm) ; $a = (d_o - d_m)/2$ …mm
f = gerak makan (mm/putaran)
n = putaran poros utama (putaran/menit)

b. Kecepatan potong (V)

$$V = \frac{\eta dn}{1000} \text{ ……..m/menit}$$

d = diameter rata-rata benda kerja ($(d_o+d)/2$)…. (mm)
n = putaran poros utama (put/menit)
π = 3,14

b. Kecepatan makan

$$Vf = f.n \text{ …..mm/menit}$$

c. Waktu pemotongan (Tc)

$$Tc = \frac{lt}{Vf} \text{ ……menit}$$

dimana :

lt = lv + lw + ln……..mm

d. Kecepatan penghasil geram (Z)

$Z = A.V$ ……cm^3/menit

dimana :

A = a . f …….. mm^2

BAB 5
PROSES FREIS

5.1. Pendahuluan

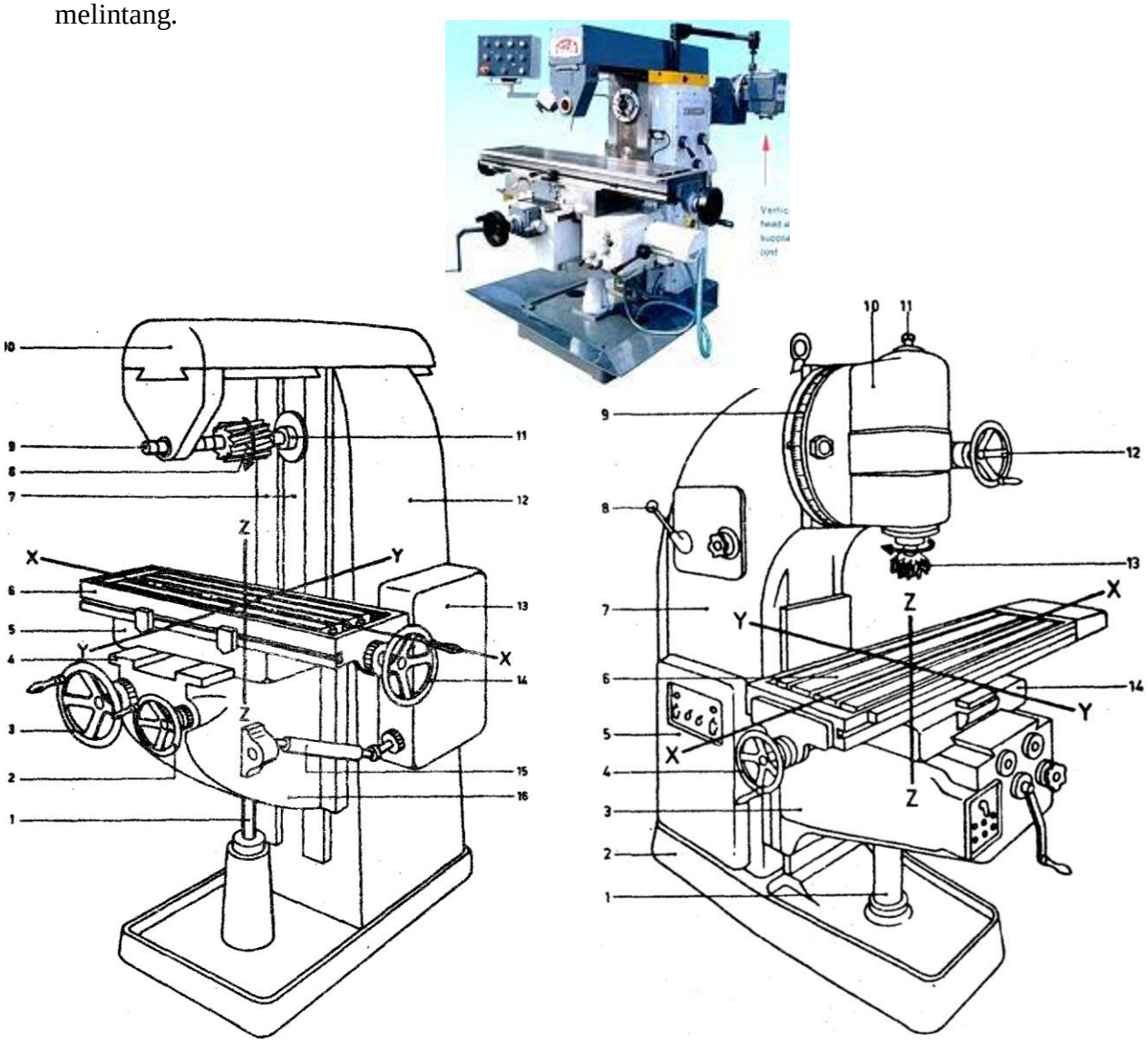
Mesin Freis adalah mesin perkakas untuk mengerjakan/menyelesaikan permukaan dan benda kerja dengan menggunakan pisau freis yang berfungsi sebagai pahatnya. Mesin ini termasuk mesin perkakas yang mempunyai gerak utama berputar dan dengan demikian freis sebagai alat .pemotong bekerja berputar dan dipasang pada arbor mesin yang didukung dengan alat pendukung arbor dan diputar oleh sumbu utama mesin. Mengerjakan sesuatu benda kerja pada mesin freis umumnya disebut mengefreis misalnya : mengefreis datar, mengefreis tegak, mengefreis alur dan mengefreis gigi dan sebagainya. Untuk mengadakan penyayatan benda kerja dipasang pada meja, kemudian meja ini dinaikkan sehingga benda kerja itu termakan oleh pisau yang sedang berputar kemudian meja digerakkan sesuai dengan kebutuhannya untuk membeni penyayatan yang terus menerus.

Hasil-hasil bentuk pekerjaan mesin freis tergantung dan bentuk utama freis tidak berubah walau diasah, jadi tidak seperti pahat bubut yang disesuaikan menurut kebutuhannya dan disamping bentuk-bentuk yang sudah tetap freis itu sekelilingnya mempunyai gigi-gigi yang berperanan sebagai mata pemotongnya. Pisau freis dipasang pada sumbu (arbor) mesin yang didukung dengan alat pendukung arbor, jika arbor mesin diputar oleh motor maka pisau freis ikut berputar, arbor mesin dapat berputar ke kanan atau ke kiri sedangkan banyaknya putaran diatur sesuai dengan kebutuhannya. Sesuai dengan kebutuhannya maka mesin freis mempunyai jenis sebagai berikut:

a. mesin freis tegak di mana sumbu pisau penyayatnya terletak vertikal;
b. mesin freis datar di mana sumbu pisau penyayatnya horisontal;
c. sedang tipe mesin freis lainnya seperti : mesin freis taret, mesin freis copy, mesin freis
   tusuk, mesin freis universal, mesin freis portal.

5.2. Konstruksi dan Bagian Utama Mesin Freis

Dua golongan besar jenis mesin freis yang dikenal yaitu mesin freis horisontal dan mesin freis vertikal, di mana mesin freis horisontal adalah cocok untuk pengerjaan freis yang paling banyak dijumpai, di mana mesin itu mempunyai poros utama yang terletak horisontal, yang mempunyai bantalan di dalam sebuah rangka yang berbentuk lemari, oleh karena poros utama itu tidak dapat disetel adalah perlu untuk memasang benda kerja di atas sebuah meja siku yang dapat disetel dengan deretan memanjang dan melintang.



(a) (b)

Gambar 5.1 : Mesin freis (a) Horisontal; (b) Vertikal

Bagian utama mesin freis :

1. Poros teleskop	8. Hendel
2. Kaki	9. Pembagian saklar untuk memutar kepala vertikal
3. Meja siku	10. Kepala vertikal
4. Roda tangan	11. Harang tarik
5. Lemari hubung	12. Roda tangan untuk catur awal dalam arah vertikal
6. Meja tambat	13. Freis ujung silindris
7. Badan mesin	14. Eretan melintang

Ukuran mesin freis didasarkan pada ukuran, kekuatan motor, macam dan bentuknya. Ukuran mesin freis ditentukan oleh kapasitas panjang langkah mejanya pada arah memanjang (mendatar), melintang, dan tinggi pergerakan lutut secara maksimum. Bagian-bagian penting dan mesin freis ialah badan, alas, lengan, paksi atau spindel, lutut, sadel, meja dan penahan-penahan poros. Badan adalah bagian yang menahan seluruh bagian-bagian mesin itu, didalamnya terdapat motor penggerak, susunan roda-roda gigi pengatur kecepatan putar, tempat minyak pelumas untuk melumasi bagian-bagian yang berputar, dibagian alasnya terdapat tempat penampungan cairan pendingin, cairan pendingin ini dialirkan oleh suatu pompa ke tempat kedudukan pisau freis melalui pipa atau selang untuk mendinginkan pisau penyayat, cairan ini apabila sudah dipakai akan kembali lagi ke tempat semula melalui suatu saluran.

Paksi atau spindel adalah poros utama mesin freis dan berfungsi sebagai tempat kedudukan poros freis (arbor), poros tersebut dimasukkan ke dalam lubang paksi dan diikat dengan baut pengikat yang letaknya diujung lubang paksi, jika mesin dijalankan paksi akan membawa poros ikut berputar.

Lengan adalah bagian mesin freis yang berguna sebagai tempat kedudukan penopang atau penahän ujung poros fais dan letaknya pada bagian paling atas mesin tersebut. Kedudukan lengan ini dapat diatur atau digeser, pada suatu pengerjaan tertentu lengan ini kadang-kadang tidak dipakai karena menghalangi perlengkapan yang dipakai.

Lutut adalah tempat kedudukan meja dan eretan meja (sadel), lutut ini ditahan oleh eretan yang melekat pada badan mesin serta ditopang oleh poros berulir sebagai poros penggerak naik turunnya lutut tersebut.

Eretan meja atau sadel adalah bagian yang menyokong meja dan terpasang di atas lutut, bagian bawahnya berbentuk sambungung ekor burung yang menghubungkan bagian atas lutut, bagian atasnya terdapat bantalan penahan meja dan mempunyai sambungan ekor burung yang bentuknya memanjang, meja tersebut diikat dengan baut yang terpasang pada salurannya.

Bentuk meja mesin persegi panjang dan berfungsi sebagai tempat kedudukan benda kerja yang difreis, permukaannya sangat rata dan beralur-alur dengan bentuk yang gunanya disamping sebagai tempat kedudukan baut-baut pengikat juga sebagai saluran untuk mengalirkan cairan pendingin yang sudah terpakai ke tempat bak penampungan.

5.3. Perlengkapan Mesin Freis

Perlengkapan mesin freis pada garis besarnya dapat dibagi dalam tiga bagian yaitu perlengkapan yang kedudukannya pada paksi mesin misalnya poros freis, kolet dan alat-alat lain yang diguñakan untuk pemasangan pisau freis, perlengkapan kedua ialah perlengkapan yang berfungsi sebagai alat penjepit misalnya catok pelat-pelat penjepit, penahan benda kerja dan lain-lain, Perlengkapan berikutnya adalah kepala pembagi, meja silinder, kepala lepas.

a. Arbor (poros mesin)

Arbor atau poros freis adalah perlengkapan mesin freis yang gunanya sebagai tempat kedudukan pisau freis dan ditempatkan pada sumbu utama mesin, alat ini bentuknya bulat panjang dan sepanjang badannya beralur spi, bagian ujungnya bentuknya tirus dan ujungnya berulir dan ditempatkan pada lubang paksi dan diikat oleh baut pengikat, poros ini selalu dilengkapi dengan cincin (collar) yang beralur spi dan terpasang disepanjang poros. Cincin ini gunanya untuk mengikat pisau freis yang terpasang di antara cincin-cincin tersebut. Cincin yang akan ditahan oleh penahan poros ukurannya lebih besar daripada cincin-cincin yang lainnya dan dikerjakan dengan sangat hati-hati sehingga halus dan ukurannya tepat sama dengan lubang penahan poros, jika kedudukan cincin dan poros longgar maka akibatnya penyayatan pisau freis akan bergetar, putaran pisau tidak sentris, hasil penyayatan tidak rata dan lambat laun poros tersebut menjadi bengkok.

Arbor ada dua jenis yaitu tipe A dan B, di mana tipe B lebih panjang dibanding dengan odel A, arbor panjang dipakai bila hendak mengefreis benda kerja yang panjang, untuk pekerjaan pekerjaan berat sehingga arbor perlu disokong sedekat rnungkin.

b. Freis kepala

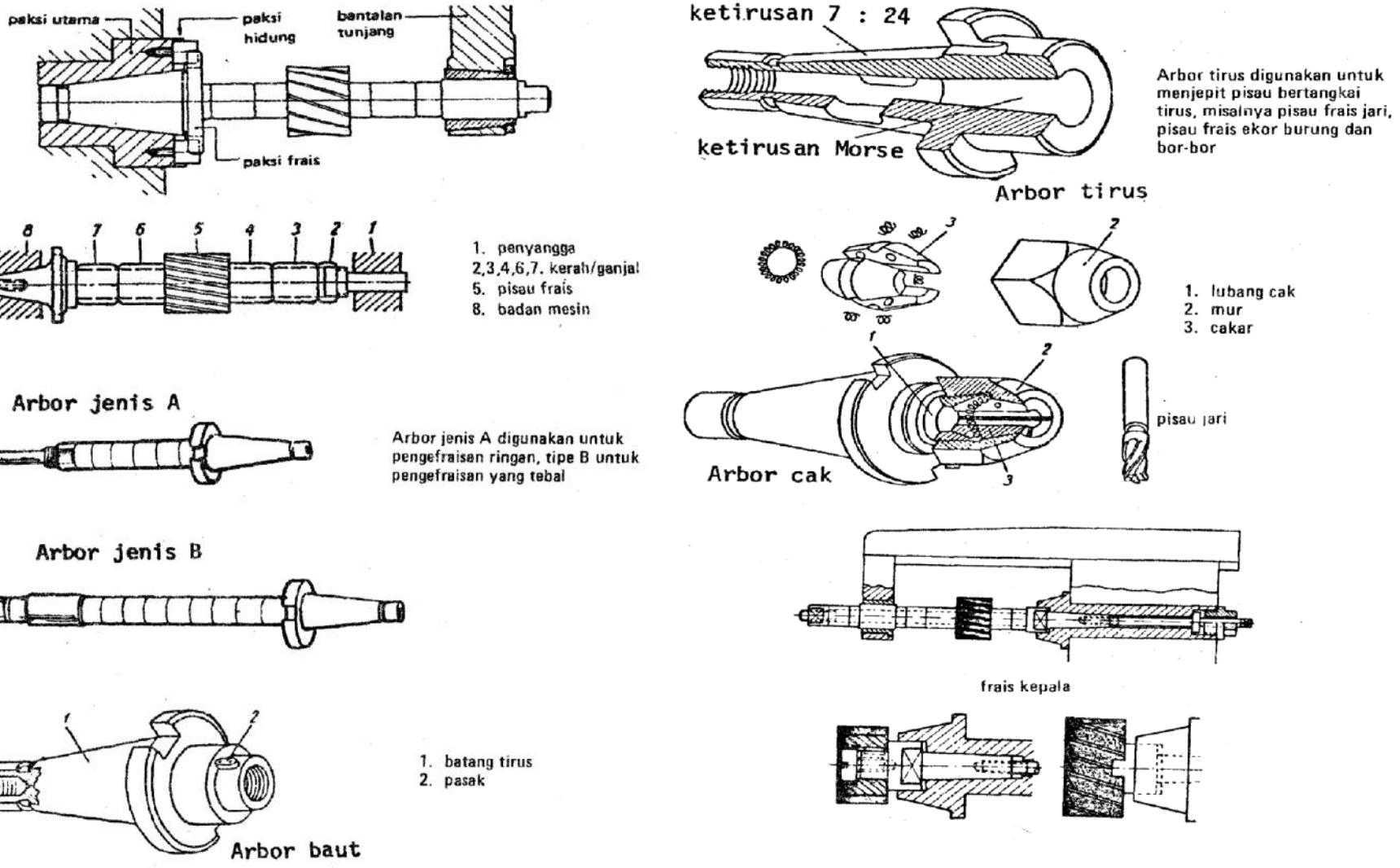
Freis kepala dipasang pada poros utama dengan bantuan poros freis yang pendek yang disebut daun penusuk, freis-freis kepala dapat dilaksanakan dengan alur pasak yang memanjang atau melintang, karena itu maka terdapat dua jenis dun penusuk. Freis kepala pisau dipasang pada kerucut luar dan poros utama dan ditarik dengan bantuan batang penarik dan sebuah pembawa pada freis. Ulir pada ujung arbor ada yang dibuat ulir kanan atau ulir kiri tetapi yang lebih baik adalah arbor yang mempunyai arah putaran berlawanan dengan arah pengerasannya.

Freis-freis dan dan alur pasak dengan tangkai tirus dapat langsung dipasang ke dalam lubang tirus dan poros utama dan ditank dengan batang penarik, untuk freis-freis kecil digunakan tabung-tabung pengurang, bila sebuah mesin freis telah berputar heberapa jam poros utamanya sedikit memuai karena poros utama mendapat panas gesekan, jadi bila sebuah poros freis yang dingin dipasang di dalam poros utama yang panas dapat tenjadi bahwa poros freis itu sedemikian kuat letaknya karena pengerutan poros utamanya sehingga ia tidak dapat lagi dikeluarkan tanpa mengalami kerusakan.

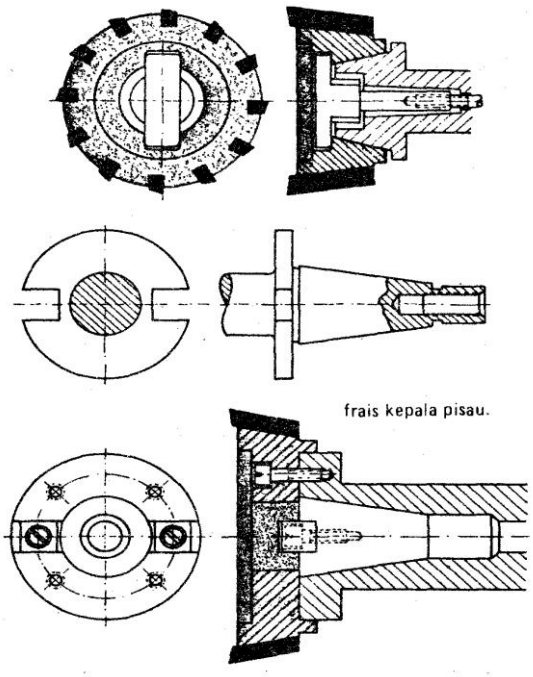
Freis-freis kepala pisau besar disekrup dengan empat baut pada bidang depan yang rata dan dipusatkan oleh bagian luar poros utama yang silindris.

1) Cara memasang arbor adalah sebagai berikut

- ambilah arbor yang akan dipakai yang besarnya sesuai dengan besar lubang freis
- bersihkan bagian tirusnya dan kemudian masukkan bagian tirus ini ke dalam lubang spindel
- perhatikan agar pada waktu memasukkan, alur pada arbor bentepatan dengan nok pada spindel
- keraskan arbor dengan baut penarik pada bagian belakang tiang,



Gambar 5.2 : Arbor



Gambar 5.3 : Kepala pisau freis

2) Cara mengeraskan arbor

- bila arbor sudah dipasang dengan baik pada spindel kemudian dikeraskan dengan baut penarik
- untuk menghindarkan terlepasnya arbor dan spindel kemudian dikeraskan lagi dengan mur penjamin,

3) Cara memasang pasak pada arbor:

- sebelum pasak diletakkan alur pasak pada arbor harus ada pada bagian atas;
- bila alurnya sudah dibersihkan maka pasak dipasang masuk diantara lubang pada cincin;
- pasak harus masuk dengan agak ketat jangan memakai pasak yang longgar.

4) Cara memasang pisau freis:

- masukkan pisau freis dengan hati-hati disertai pengamatan bahwa pisau freis sudah betul berhadapan dengan spindel dan dorong dengan pelan sehingga meluncur pada arbor
- putar pisau freis sehingga alur pasak dan pada pisau freis lurus dengan pasak;

- waktu memegang pisau freis gunakan secarik kain untuk melindungi tangan terhadap ujung freis yang tajam.

5) Kedudukan arbor:

- aturlah kedudukan pisau freis sehingga bertepatan dengan permukaan yang akan difreis,
- atur letak meja mesin bila perlu pada kedudukan yang tepat
- masukan cincin-cincin pada arbor dan putar sehingga pasak lurus terhadap pasak; masukan alas pada arbor,
- pasang cincin pada arbor demikian rupa sehingga ujung arbor yang berulir tidak tertutup oleh cincin
- masukan mur pengunci dan keraskan dengan kekuatan

c. Ragum

Ragum digunakan untuk menjepit benda kerja, karena ukuran dan bentuk benda kerja berbeda-beda maka disediakan juga bermacam-macam ragum seperti digambarkan di halaman berikut ini, yang ragum dibuat dan baja perkakas yang dikeraskan. Pada freis menyayat bahan hendaknya dibebani dengan kekuatan yang cukup besar, cara menjepit benda kerja itu bergantung pada bentuk benda kerja dan jenis pekerjaan mengefreis.

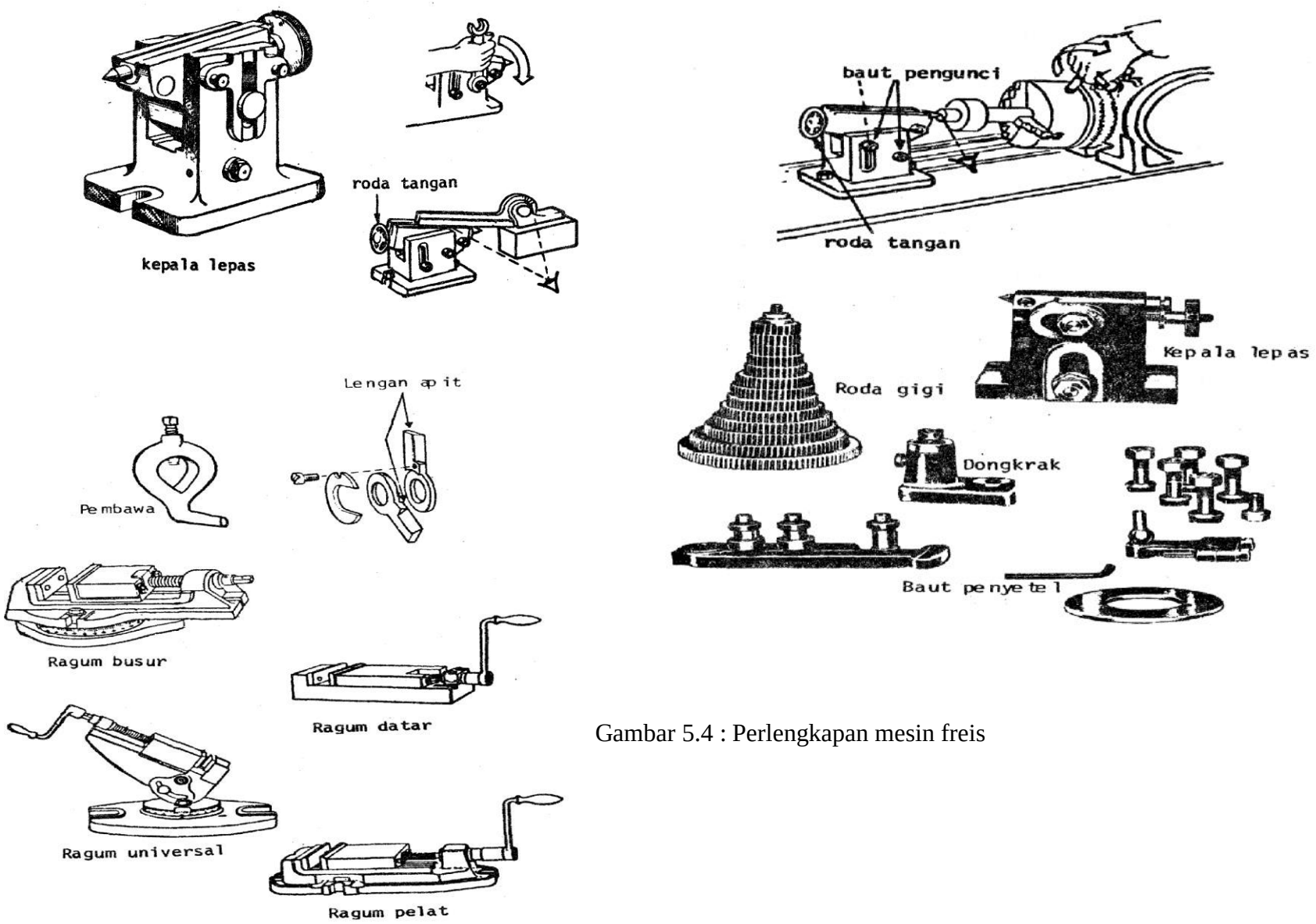
Jenis ragum ada beberapa macam, diantaranya adalah Ragum datar dipakai untuk pekerjaan yang ringan, ragum pelat pakai untuk pekerjaan berat pada mesin yang besar, ragum busur pada alas ragum terdapat skala indek sudut, sudut rahang berkerja dapat disetel dalam arah horisontal sebesar sudut tertentu.Ragum universal sudut rahang dapat disetel dalam arah horisontal dan vertikal sebesar sudut tertentu. Meletakkan ragum-ragum kecil ke atas meja freis biasanya dilakukan dengan tangan, untuk ragum besar diangkat dengan katrol atau alat pemikul.

d. Kepala lepas

Kepala lepas suatu mesin freis fungsinya adalah sama dengan pada mesin bubut hanya di sini konstruksinya berbeda, di mana kedudukan sumbu senternya dapat diatur

dalam arah memutar vertikal dan dapat dinaik-turunkan sesuai tinggi sumbu benda kerja yang dibutuhkan. Kepala lepas dipasang di atas meja mesin dengan kedudukan segaris dengan kepala pembagi.

Perlengkapan pembuat alur dipasang pada sumbu utama mesin dan diikat dengan baut pada eretan yang terdapat pada badan mesin, bentuk alat mi serupa dengan eretan pahat mesin ketam dan fungsinya sama dengan mesin serut tegak yakni membuat bermacam-macam alur secara rata ataupun menyudut karena perlengkapan ini dapat diatur kedudukannya, alat penyayatnya ialah pahat dan gerak sayatannya naik turun sepanjang langkah.



Gambar 5.4 : Perlengkapan mesin freis

e. Kepala pembagi

Kepala pembagi sering dipakai dalam mesin freis untuk memegang dan mengatur letak benda kerja selama proses pengefreisan, Kepala pembagi juga bisa dipergunakan dalam mesin mesin lain selain mesin freis. Jenis-jenis kepala pembagi ada 3 golongan besar:

1) Kepala pembagi langsung:

Komponen kepala pembagi langsung terhadap badan, spindel untuk memegang dan memutar benda kerja, suatu pelat penunjuk yang terpasang pada spindel dan pengunci. Benda kerja diputar langsung dengan mempergunakan tangan. Pelat penunjuk mernpunyai lubang yang terletak melingkar yang memungkinkan pin (pasak) untuk dipasangkan pada posisi, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 24, 30 dan 36 dari benda kerja.

2) Kepala pembagi datar

Kepala pembagi datar (tidak langsung) memungkinkan diperolehnya posisi yang lebih luas pada suatu pembagi yang terletak di sisi. Bagian kepala terdiri dan spindel (untuk memegang dan memutar benda kerja) yang dihubungkan melalui reduksi roda gigi cacing ke suatu batang penunjuk. Roda gigi cacing umumnya mempunyai perbandingan reduksi oleh karenanya untuk memutar benda kerja satu kali diperlukan 40 kali putaran poros penunjuk.

3) Kepala pembagi universal

Kepala pembagi universal dapat dipergunakan sebagai kepala pembagi langsung, sederhana dan kepala pembagi bersudut. Spindel kepala pembagi dapat dimiringkan membentuk suatu sudut yang dipergunakan untuk permukaan-permukaan bersudut.

Kepala pembagi berguna untuk membagi sudut dan benda yang difreis sehingga menghasilkan pembagian yang sama, alat ini sangat penting khususnya diwaktu membuat sesuatu segi yang sama sisi pada suatu batang bulat misalnya segi 4, 6, 8, roda gigi, alur-alur beraturan segi banyak beraturan, alur sekrup yakni : Benda kerja dapat dijepit antara dua senter atau salah satu ujungnya dijepit dengan cak dan ujung lain didukung dengan menggunakan arbor penjepit yang dimaksukkan ke dalam lubang tirus pada spindel. Kepala pembagi juga dapat dihubungkan ke poros meja mesin melalui roda-roda gigi misalnya untuk mengefreis alur spiral, kam dan lain-lain.

Contoh-contoh perhitungan :

Contoh (1):

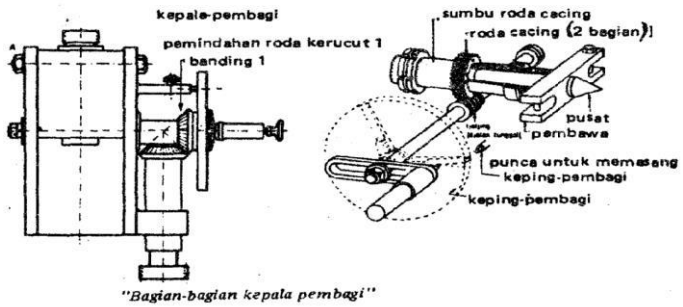
Jika kita akan mengefreis suatu batang bulat panjang sehingga rnenjadi segi empat sama sisi maka batang pemutar kepala pembagi harus diputar 40 : 4 = 10 putaran setiap pergantian pengefreisan, karena hasilnya genap yaitu 10 maka ujung puncak dapat ditempatkan pada lubang mana saja, asalkan setelah diputar 10 kali harus ditempatkan kernbali pada lubang semula.

Contoh (2):

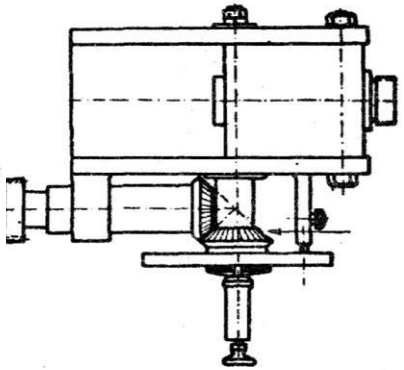
Bila batang tersebut akan difreis menjadi segi 12 sama sisi maka caranya ialah :

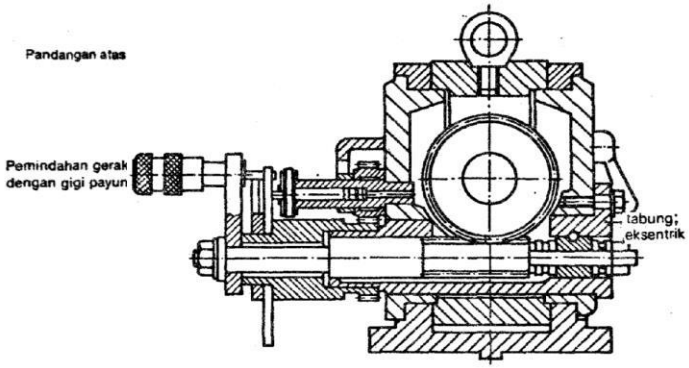
a) batang tersebut harus diputar 40 :12 = 3 1/3 putaran setiap pergantian bagian yang difreis;
b) carilah salah satu angka pada piring pembagi itu yang dapat dibagi dengan 3 misalnya 21, aturlah batang pemutar itu sehingga ujung puncak masuk pada lubang yang terdapat pada baris lingkaran yang berangka 21.
c) 1/3 putaran = 1/3 x 21 = 7 bagian atau 8 lubang (selalu ditambah 1), dengan demikian batang pemutar tersebut harus diputar 3 kali ditambah 8 lubang.

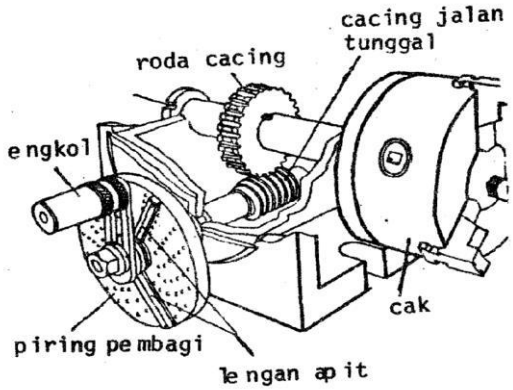
Agar kelebihan putaran ini (8 lubang) tidak selalu harus dihitung atau tidak terjadi kekeliruan setiap pergantian bagian yang difreis maka kaki jangka diatur sehingga jarak kedua kaki tersebut 8 lubang, setiap pergantian bagian yang difreis, kaki jangka ini diputar sehingga kedudukan puncak selalu tetap pada jarak putaran yang telah ditentukan

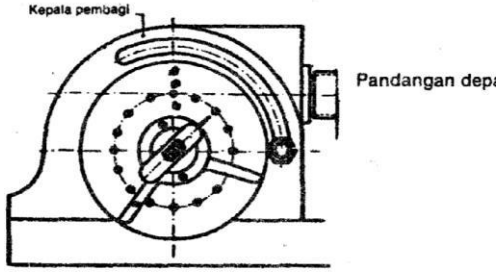


"Bagian-bagian kepala pembagi"

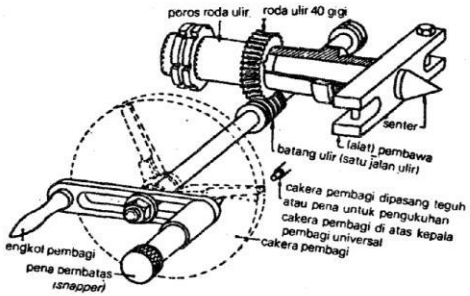




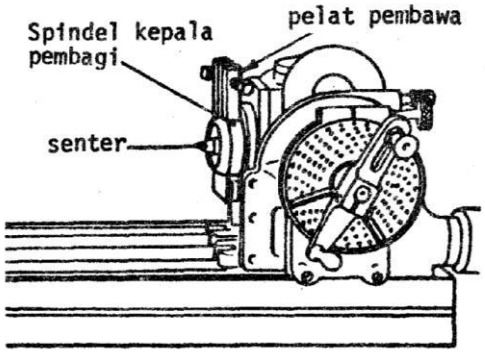


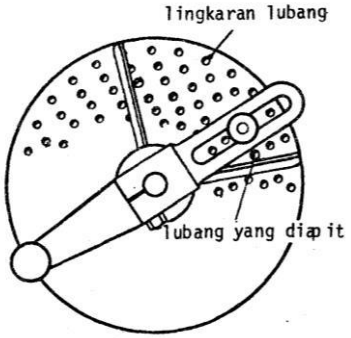


Penampang kepala pembagi



Mekanisme perpindahan dari sebuah kepala pembagi





Gambar 5.5 : Berbagai jenis kepala pembagi

.Contoh (3):

Kepala pembagi dengan pembagian diferensial. Seandainya kita harus membagi sebuah benda kerja dalam 127 bagian maka kalau hal ini harus dilakukan secara tidak langsung kita harus mempunyai piringan pembagi dengan 127 lubang, di mana pining pembagi dengan 127 lubang tidak terdapat pada perlengkapan sebuah kepala pembagi, Pemutaran engkol tiap pembagian adalah 40 : 27 = 40/127

Untuk dapat melakukan pembagian 127 kita harus memilih sebuah bilangan pembagi pembantu, yang jumlah putaran engkolnya dapat diwujudkan dengan piningan-piringan pembagi yang ada, misalnya 120 maka jumiah putaran engkol tiap bagian ialah : 40 : 120= 1/3 putaran.

Bila engkolnya telah diputarkan 120 kali (1/3 putaran) benda kerjanya berputar satu kali maka benda kerja itu mempunyai 120 pembagian, jumlah ini kurang 7 sebab pembagiannya adalah 127. Jadi pembagiannya 1/3 putaran engkol terlalu besar, 1/3 putaran engkol ini dapat diperkecil dengan memutar piringan pembagian ke arah yang berlawanan sewaktu pemutaran engkol. Kompensasi ini dicapai dengan menggerakkan piringan pembagi itu dengan poros roda cacing dengan bantuan roda-roda tukar, dengan demikian piring pembagi itu tidak boleh dijadikan satu pada rangka kepala pembagi dan poros roda cacing-poros pembagi tidak boleh diputarkan.

Bila kita memilih piring pembagi dengan 15 lubang untuk 1/3 putaran engkol maka engkolnya harus diputar 5 jarak tiap pembagiannya, mi sama dengan 127 x 5 = 635 jarak setelah 127 pembagian, namun benda kerjanya telah berputar satu kali setelah 40 x 15 = 600 jarak. Jadi pada piring pembagi yang diam kita putarkan engkolnya 635 - 600 = 35 jarak terlalu banyak, ini berarti bahwa selagi benda kerja membuat satu putaran piring pembagiannya harus diputar 35 bagian, yaitu putaran berlawanan dengan arah putar engkol, jadi perbandingan perpindahan dan roda-roda tukarnya ialah :

di mana:

i = perbandingan perpindahan roda-roda tukar

n1= jumlah putaran benda kerja

n2= jumlah putaran piring pembagi.

Dimana Iw = 1/i ; maka perbandingan roda giginya ialah:

Uw = 1/Iw = 1/35/15 = 35/15 = 7/3 dimana

Iw , = perbandingan perpindahan roda-roda tukar

Uw = perbandingan roda gigi roda-roda tukar

Pada sebuah kepala pembagi dapat tersedia satu pasang roda-roda tukar dan pasangan-pasangan berikut:

I. 24—24 -28—32—40- -48-—56—64---72—86—100---127 gigi.

II. 24—24--28-—32—36----40—44--48—56—64—72—86 —100—127 gigi.

III. 24—28—32—30--39---40—44--48—48—56—60-—64—68—72—76-78—80—84-—86—90—96—100—127 gigi.

Maka roda-roda tukar dapat dipilih

Uw = 7/3 = 56/24 = 7 x8/3x8 = a.c/b.d = rodagigi yang penggerak/roda gigi yang digerakkan, Misalnya kita pilih : a = 56 gigi ,b= 24 gigi, C= 32 gigi, d = 32 gigi

Kepala Pembagi Pembagian Deferensial

Pembagian diferensial baru digunakan jika proses pembagian yang lebih sederhana tidak membuahkan hasil, pembagian ini dapat dilakukan untuk pembagian memanjang yang lurus pada benda kerja silindris, namun tidak dapat digunakan untuk benda kerja berbentuk kerucut, mi tidak pula berlaku untuk benda kerja dengan yang berbentuk sekrup. Hal-hal yang perlu dikemukakan di sini dalam hal kepala pembagi ádalah :

a. Melepaskan piring pembagi

- lepaskan mur yang ada diujung sumbu cacing dan engkol pemutarnya dilepas keluar;
- buka sekrup pengunci gunting dan lepaskan ring pengapitnya kemudian gunting dikeluarkan;
- buka ketiga sekrup pengikat piring pembagi itu dan kemudian piring pembagi dapat dilepaskan dan sumbu cacing,

b. Pembagian dengan piring depan

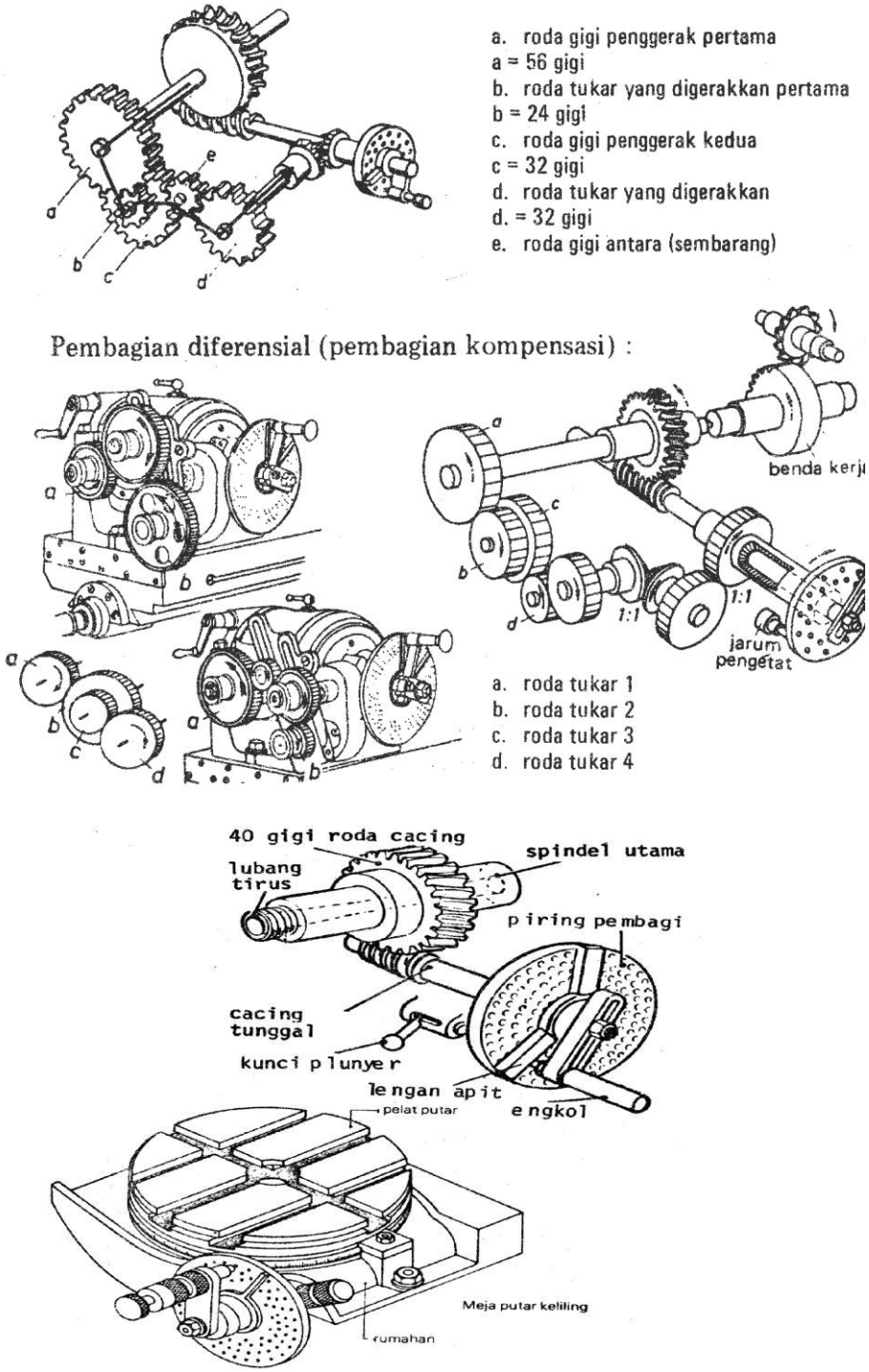
- lepaskan hubungan spindel dengan sumbu cacing;
- pen pengunci ditarik ke belakang bila akan memutar piring depan sesuai dengan banyaknya celah-celah yang diperlukan kemudian pen ditekan lagi ke depan.

c. Piring pembagi yang berlubang:

- ambilah piring pembagi yang diperlukan yang ada lubangnya sesuai dengan hasil perhitungan;
- atur letak gunting agar kedua kaki mengapit jumlah lubang yang diperlukan;

- putar engkol antara kedua kaki kemudian gunting digeser sehingga salah satu kaki gunting itu letaknya pada pengengkol.

Cara yang baik memutar engkol ialah dalam satu arah putaran untuk menghindari kelonggaran pada alat, bila putaran itu melewati batas yang ditentukan maka engkol dibalikkan 1/2 putaran dan kemudian diputar balikkan lagi sehingga pas.



Gambar 5.6 : Kepala pembagi deferensial

f. Meja putar keliling

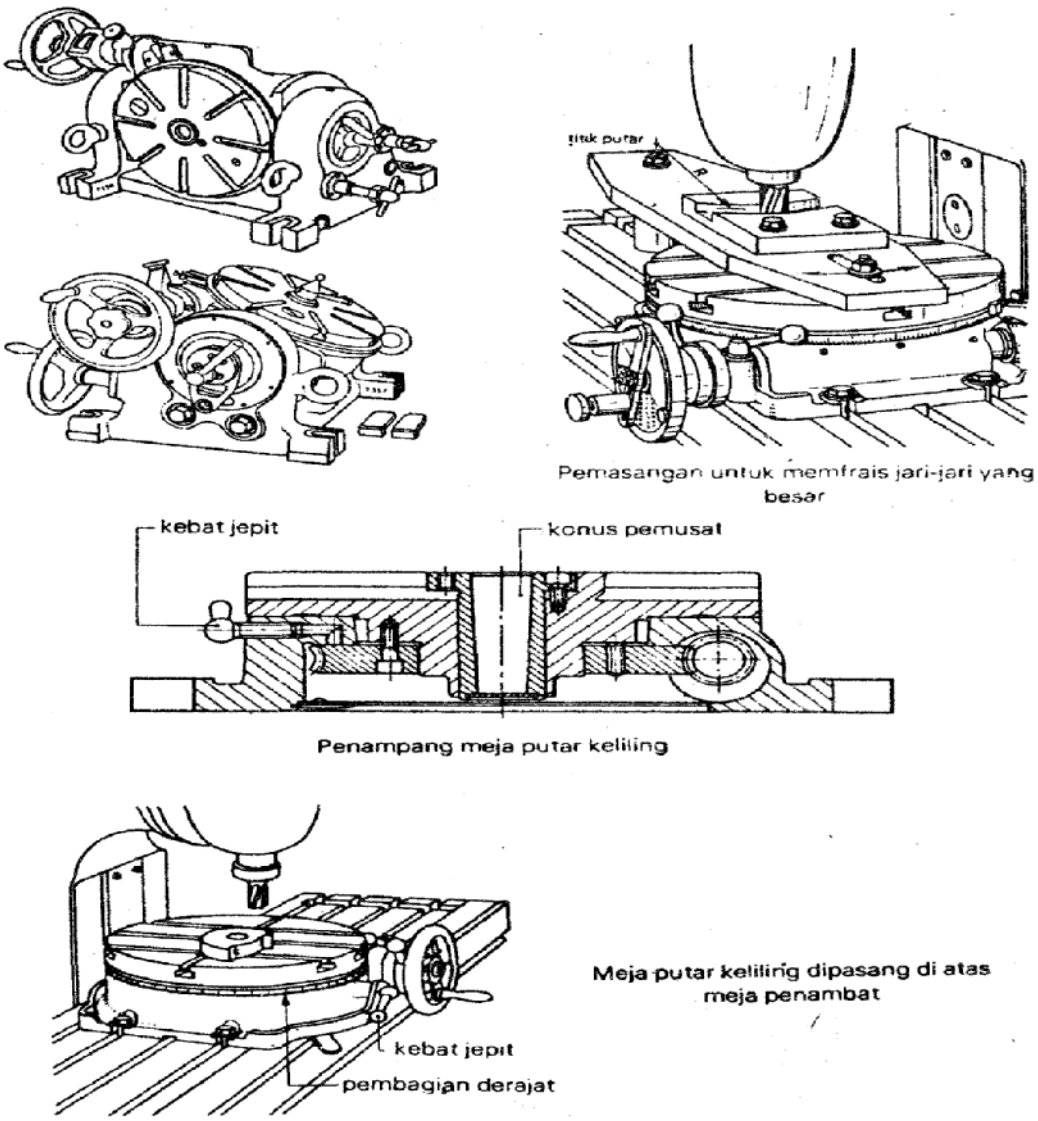
Meja putar keliling dinamakan juga meja pembagi yang sering dipakai pada mesin freis tegak (vertikal), meja ini terdiri dan rumah tetap yang didalamnya terdapat mekanik penggerak dan sebuah pelat putar, dalam pelat ini terdapat alur T untuk menambatkan benda kerja atau perkakas dengan bantuan baut pengikat.

Di tengah pelat putar dibubut sebuah lubang pemusat atau konis pemusat yang didalamnya dapat ditempatkan perkakas pemusat dan perkakas penambat. Pelat itu dapat dikuatkan pada tiap kedudukan dengan bantuan suatu lengkapan jepit. Meja putar kehung dapat dikuatkan di atas meja pengikat mesin freis dengan bantuan baut pengikat, melalui bagian tengah pelat dasar dapat diadakan sebuah aluran untuk keperluan blok-blok pengarah yang sesuai dalam aluran tambat meja penambat.

Pada beberapa pelaksana meja putar keliling dalam pinggiran pelat putar terdapat kemungkinan untuk memasang tumpuan pernbatas yang dipergunakan untuk pembuatan pekerjaan seri, dengan demikian pelat putar akan selalu berputar sama jauhnya sehingga tiap benda kerja memperoleh pengerjaan yang serupa, tepat pada tempat yang sama.

Menyetel meja putar

- letakkan meja putar di atas meja mesin dan pada lubang tengah di pasang besi bulat;
- pasang jam penunjuk pada spindel mesin;
- kenakan penggerak jarum jam kepada besi bulat tadi dan spindel mesin diputar-putar dengan tangan, dengan menggerakkan meja mesin secara. melintang dan sejajar sambil memutar- mutar jam penunjuk meja tepat sesuai sepusat dengan spindel mesin.



Gambar 5.7 : Meja putar

g. Pisau Freis

Alat penyayat yang dipakai waktu mengefreis ialah pisau freis, umumnya bentuk pisau freis ini bulat panjang dan disekelilingnya bergerigi, garis tengahnya diukur antara puncak gigi yang satu dengan yang lainnya yang letaknya berseberangan, sedangkan lebar dan tebalnya diukur pada permukaan yang melintang dan sejajar dengan garis sumbunya, tanda ukuran pisau biasanya terdapat pada bagian mukanya yang menunjukkan ukuran garis tengahnya, lebarnya dan garis tengah lubangnya. Pada lubang dibuat saluran pasak untuk kedudukan pasak agar pisau ikut berputar dengan

poros freis. Bentuk pisau freis adalah bermacam-macam sesuai dengan fungsinya dan pada umumnya terbuat dan baja kecepatan tinggi (HSS).

Pahat freis atau cutter mempunyai bentuk yang disesuaikan dengan bentuk dan keperluan pengefreisan. Berbagai jenis dan macam pisau freis adalah sebagai berikut:

1. *Pisau freis mantel:*

   Dibedakan menjadi 3 golongan yakni tipe H digunakan untuk penyayatan ringan, tipe N digunakan untuk penyayatan normal atau sedang; sedangkan tipe W digunakan untuk penyayatan berat.

   Pisau mantel digunakan untuk mengefreis permukaan datar, alur lebar tetapi dangkal, bentuk tangga. Jenis pisau mantel adalah : pisau mantel bersisi potong lurus, digunakan untuk penatalan yang tipis, pisau mantel bersisi potong spiral digunakan untuk penyayatan tebal pada benda kerja kasar (spiral kiri dan spiral kanan). Gigi-gigi pisau ini hanya terdapat pada sekeliling garis tengahnya saja sedangkan pada bagian sisinya tidak, bentuk giginya ada yang lurus dan ada pula yang spiral dengan menyudut 45°, pisau ini mempunyai jumlah gigi sedikit dengan sudut helik kiri atau kanan dan dapat menyayat dengan sayatan tebal, oleh karena itu pisau ini dapat digunakan untuk pengerjaan permulaan.

2. Pisau sisi/samping;

   Digunakan untuk mengefreis permukaan yang rata dan siku, pisau freis ini digunakan untuk pemakanan kasar pada permukaan yang rata dan siku. Pisau ini banyak persamaannya dengan pisau rata yang bergigi lurus, perbedaannya ialah bahwa pisau samping pada bagian sisinya bergigi dan bentuk giginya tirus, pisau ini dapat digunakan untuk membuat alur spi atau alur lainnya. Pemakaian pisau freis ini antara lain untuk

   -mengefreis bidang vertikal;

   -mengefreis bidang bertangga;

   -mengefreis alur;

   -mengefreis celah V bersudut 90^o;

   -mengefreis pasang sejajar; mengefreis bidang bawah dengan mesin vertikal.

3. Pisau Muka

   Pisau ini digunakan untuk mengefreis permukaan yang rata dan luas, jenis pemakaiannya pada meratakan bidang atas benda kenia pada mesin vertikal,

meratakan ujung atau tepi benda kerja pada mesin horisontal, mengefreis alur dangkal pada benda kerja, mengefreis bentuk bertangga.

Bentuk pisau ini serupa dengan pisau ujung dengan bentuk yang lebih lebar, bagian sisinya dan sekeliling permukaan bergigi, pisau ini biasanya terbuat dan dua macam bahan badannya terbuat dan bahan yang lebih lunak danipada giginya, pada sekeliling badan ini terdapat banyak alur sebagai tempat kedudukan pisau pisau.

4. Pisau sudut

Bentuk permukaan gigi pisau ini bersudut dan terdiri atas pisau bersudut tunggal dan bersudut kembar, biasanya besar sudut antara 40 - 80° atau 45 – 60- 90°, gunanya ialah untuk mengefreis permukaan sehingga dapat membentuk bermacam-macam sudut.

5. Pisau Ujung

Pisau ini bergigi disekeliling badannya dan juga pada ujungnya, mempunyai tangkai lurus atau tirus, cara memasangnya dimasukkan dalam kolet digunakan untuk mengefreis permukaan dan sisi tegak secara tegak maupun secara mendatar.Sering juga disebut pisau freis jari karena bentuknya seperti jari

6. Pisau Alur T:

Pisau yang bertangkai tirus digunakan untuk membuat alur yang berbentuk T seperti alur yang terdapat pada meja mesin bor atau meja mesin serut (ketam), dipasang secara tegak maupun horisontal. dalam nomer, jumlah gigi atau modul.

7. Fisau pembentuk

Pisau ini bentuknya bermacam-macam dan digunakan untuk membentuk permukaan menjadi beralur cekung, cembung, dengan pisau ini kita akan mendapatkan hasil pengefreisan yang sama pada beberapa pengerjaan, oleh karena itu pisau ini termasuk pisau produksi.

8. Pisau roda gigi

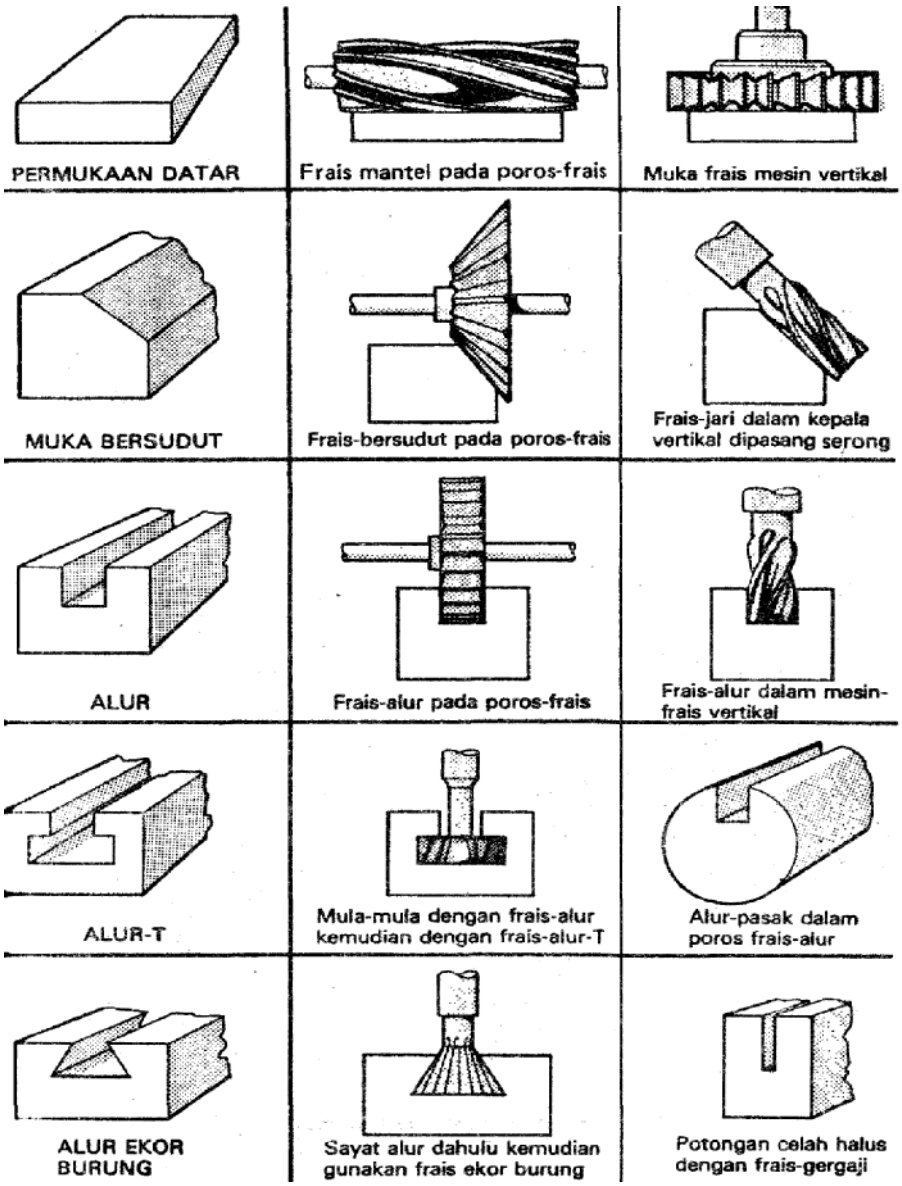
Pisau ini digunakan untuk mengefreis gigi-gigi, bentuknya bermacam-macam misalnya pisau untuk roda gigi lurus, pisau untuk roda gigi payung, pisau untuk roda gigi cacing dan lain sebagainya.

9. Pisau gergaji

Tiap-tiap pisau mempunyai ukuran atau ketentuan dan dinyatakan Bentuk pisau ini pipih seperti gergaji bundar pada pisau gergaji kerja kayu (mesin kayu), untuk membuat alur kecil dan untuk

10. Pisau pahat

Pisau pahat terdiri dan niata pisau tunggal dan serirg digunakan untuk membentuk profil pada jarak yang pendek bila keadaan mendesak, Juga dapat dipergunakan untuk mengefreis bidang datar pada pelat tipis karena dengan pisau ini benda kerja tidak akan bergetar.



Gambar 5.8 : Berbagai jenis pisau freis

5.4. Pekerjaan Mengefreis

a .Cara memasang benda kerja

Sama halnya dengan pekerjaan mengebor atau menyekrap benda kerja yang akan difreis dijepit pada alat penjepit seperti catok, pelat-pelat penjepit, cekam dan lain sebagainya. Catok yang dipakai di mesin freis pada umumnya dapat digeser-geser pada menyudut, sedangkan pelat-pelat penjepit digunakan untuk menjepit benda kerja yang tak bisa dijepit pada ragum, jika bentuk benda kerja itu bulat panjang maka penjepitannya dilakukan dengan cekam atau dipasang pada senter (benda kerja dijepit dengan alat pembawa) edang ujung yang lainnya ditahan dengan kepala lepas, agar benda kerja tidak bergetar atau melentur waktu difreis maka bagian tengahnya harus ditahan dengan alat penahan di mana alat ini dapat diatur kedudukannya naik turun dengan memutar-mutarkan pengaturnya sedangkan bagian yang menahan benda kerja mempunyai alur yang bersudut 90^o.

Sebelum benda kerja dijepit pada cekam (catok/ragum) maka hendaknya diperiksa dahulu kedudukan mulut catok itu dengan meja. Pemeriksaan ini penting agar penyayatan pisau freis tidak menyimpang dan batas-batas pengefreisan. Juga hams diperhatidial-indikator apakah sejajar dengan cretan melintang atau dengan harus dibersihkan dan kotoran yang ada, jika benda kerja terlalu tebal pemasangannya harus ditahan oleh suatu landasan agar tidak berubah kedudukannya waktu di freis. Akan berbahaya sekali jika kan bahwa sebelum memasang benda kerja ragum dan alas mesin sarnpai terjadi benda kerja itu terangkat waktu difreis karena kurang kuat penjepitannya, benda kerja harus dijepit pada posisi membelah. tengah-tengah mulut ragum.

Perhatikan petunjuk di bawah ini:

a. Menempatkan benda kerja:

- pasang benda kerja sepanjang dan sedalam mungkin pada mulut ragum,
- jika bidang kerja harus tinggi :
  - untuk benda bulat balokjajar ditempatkan di tengah benda kerja;
  - untuk bidang rata balok jajar ditempatkan pada masing-masing tepi.
- periksa balok jajar apakah tidak akan mengganggu pisau atau alat ukur;
- periksa apakah diameter terbesar benda kerja bulat sudah di dudukan jepit mulut ragum.

b. Menyetel dan mengencangkan benda kerja:

- kencangkan dan bila perlu ketok benda kerja dengan palu lunak, dengarkan suara pukulan sampai benda kerja duduk rapat pada balok jajar;
- periksa dengan bilah ukur apakah tidak ada lagi celah-celah pada mulut ragum,
- kencangkan ragum.

c. Menjepit benda kerja:

- gunakan ragum geser;
- tempatkan benda kerja di tengah mulut ragum,
- dorong rahang sampai mengenai bidang jepit maksimum,
- setel batang ulir serapat mungkin pada rahang;
- pasang ganjal yang dibutuhkan untuk menaikkan bidang kerja di atas rahang;
- kencangkan secara ringan rahang ragum dan ratakan bidang kerja;
- kencangkan rahang tetapi jangan terlalu keras sebab benda kerja bisa pecah,

d. Menghilangkan tegangan untuk penatalan (penyayatan) akhir:

- kendorkan rahang sampai diperoleh tahanan ringan untuk memutar batang ulir,
- kencangkan pengikatan sekuat mungkin dengan tangan tanpa menggunakan tuas,
- pasang tuas dan kencangkan rahang dengan gaya yang ringan periksa kedudukan benda kerja;
- lakukan penyayatan tipis sampai mencapai ukuran,

e.Menempatkan benda kerja pada ragum

- tempatkan benda kerja arah memanjang sepanjang rahang,
- pasanglah balok jajar apabila diperlukan untuk menaikkan perrnukaan bidang kerja supaya menonjol di atas rahang.

f. Mengencangkan benda kerja pada ragum:

- kencangkan secara ringan rahang yang menjepit benda kerja;
- tempatkan penahan di dalam benda kerja untuk menjamin ukuran dalam supaya tidak herubah akibat penjepitan;
- setel perlahan dalam sehingga rapat ke dinding benda kerja;
- kencangkan secara ringan engkol ragum sampai memperpanjang penahan dalam;
- kencangkan ragum dengan kuat bila mungkin dengan tangan

g. Menghilangkan tegangan untuk penyayatan akhir:

- kendorkan ragum sampai tahanan sekrup pemutar menjadi ringan;
- kendorkan penahan dalam dan kencangkan lagi dengan tangan;
- periksa kedudukan bidang kerja;
- adakan penyayatan akhir.

h. Memasang Pelet siku pada meja mesin

- pegang benda kerja pada pelat siku dan tentukan perkiraan tempat penjepitan;
- gunakan balok jajar, dongkrak atau ganjal untuk mendukung benda kerja;
- geser benda kerja dan tempatkan baut-baut pengikat pada alur pelat siku;
- pasang klem - klem pada baut dan pasang ganjal untuk siap dipergunakan.

Meja kerja mesin freis permukaannya adaiah sangat teliti dan terletak tegak lurus terhadap kolom dan sejajar terhadap arbor pada mesin freis datar. Untuk mesin freis tegak meja kerjanya tegak lurus terhadap spindel.

Meja kerja yang masih baik dapat dipakai sebagai pembanding untuk menyetel benda kerja atau alat pencekam lainnya. Alur T pada meja digunakan untuk keperluan pencekaman dan juga untuk meluruskan baik benda kerja maupun alat pemegang bantu lainnya. Permukaan yang kontak dengan meja sebaiknya sudah diratakan/dimesin sebelum dipasang, tetapi bila ini tidak mungkin dapat digunakan kertas sebagai pelindung pada landasan.

Tonjolan-tonjolan yang tidak rata harus diratakan dulu sebelum diklem pada meja, pelat pelurus biasanya dipakai bila heberapa benda kerja akan difreis sekaligus, ini akan menghemat waktu penyetelan,

b. menjalankan mesin freis

Untuk menjalankan mesin freis kita cari dahulu mana tuas stop kontak (sakelar) untuk menjalankan motor listrik yang nantinya dapat memutarkan poros utama dengan menghubungkan kopling, karena umumnya pada masa sekarang tiap mesin mempunyai/dilengkapi dengan satu buah mesin atau motor listrik, setelah menghubungkan kopling dan memutarlah arbor serta pisau yang sudah dipasang pada arbor (poros).

Tapi jika mesin freis itu digerakkan dengan transmisi as, carilah dahulu mana tuas pemindah ban dan roda bebas ke roda penggerak, tentu saja kalau kita

menjalankan mesin freis setelah pekerjaan siap untuk disayat oleh pisau jadi sebelumnya kita telah menyetelnya terlebih dahulu.

Untuk mengatur beberapa kecepatan putaran arbor (poros mesin) kita harus menyetel tuas pengatur kecepatan arbor sehingga angka ditunjukkan pada kolom yang ditunjuk oleh kedua ujung tuas itu. Begitu pula kecepatan gerakan meja dapat diatur dengan menyetel tuas/handel tertentu.

c. Mengefreis rata

Pisau freis yang digunakan untuk mengefreis rata adalah tergantung dan tebal bagian yang difreis, jika bagian yang difreis tebal maka pisau yang digunakan ialah pisau rata tetapi jika bagian yang difreis tidak tebal maka sebaiknya menggunakan pisau mantel. Yang dimaksud dengan mengefreis rata ialah bahwa bagian yang difreis akan menjadi rata dalam sekali sayatan dan bukan hasil pengefreisan yang bertahap, oleh karena itu ukuran pisau yang digunakan harus lebih besar daripada benda kerja yang difreis.

Pedoman untuk mengefreis rata adalah

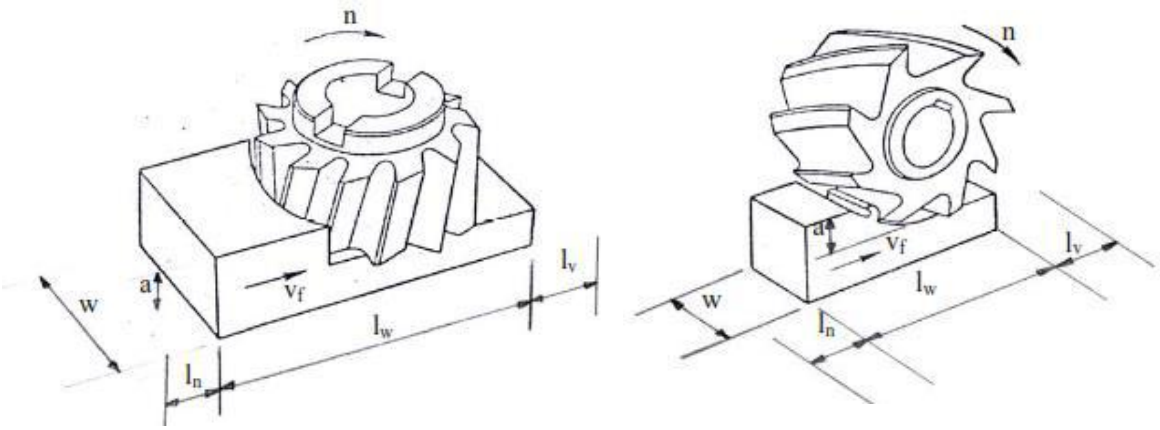
- benda kerja yang terpasang pada cekam/ragum harus terikat kuat dengan dilandasi sepasang landasan, letak benda kerja harus ditengah-tengah rnulut catok tidak boleh terlalu tinggi, catok harus diikat dengan kuat dan penjepitnya harus sejajar dengan meja;
- pisau freis yang terpasang pada freis hendaknya jangan terlalu jauh jaraknya dengan paksi dan penahan poros, untuk mengurangi getaran;
- aturlah kecepatan putaran mesin sesuai dengan besarnya pisau dan macam bahan yang difreis, demikian pula kecepatan penyayatan diatur sebaik-baiknya.
- naikkan meja itu dengan memutar pemutar lutut sehingga jarak antara benda kerja dengan pisau setebal kertas, kedudul benda kerja ini harus ditengah-tengah pisau, tempatkan g pengukur tebal penyayatan pada angka nol,
- gerakkan meja hingga benda kerja tidak di bawa pisau, naik meja itu untuk menentukan tebal penyayatan dengan be doman pada garis-garis ukuran tadi, bagian lutut yang terpas pada eretan badan mesin serta pengikat eretan melintang dikeraskan;
- jalankan mesin dan gerakkan meja dengan tangan untuk mulai penyayatan percobaan sepanjang 8 mm, hentikan dan mundurkan kembali meja tersebut,

ukurlah hasil penyayatan itu dengan jangka sorong atau mikrometer untuk mengetahui ukuran dan sayatannya apakah sejajar dengan meja tidak.

- perbaiki letak catok itu apabila ternyata letaknya tidak sejajar dengan meja;
- jalankan mesin kembali dan gerakkan penyayatan secara matis, berilah cairan pendingin pada pisau agar tidak panas cepat tumpul.

5.5. Elemen Dasar Proses Frais

Elemen dasar proses frais hampir sama dengan elemen dasar proses bubut. Elemen diturunkan berdasarkan rumus dan gambar 5.9.



Gambar 5.9. Skemat proses freis vertical dan horisontal

Keterangan :

Benda Kerja :

w = lebar pemotongan/pisau freis (mm)
l_w = panjang pemotongan (mm)
l_t = $l_v + l_w + l_n$ (mm)
a = kedalaman pemotongan (mm)

Pisau freis :

d = diameter luar (mm)
z = jumlah gigi/mata potong
Xr = sudut potong utama (90^o) untuk pisau freis selubung

Mesin Freis :

vf = kecepatan makan (mm/putaran)
n = putaran poros utama (rpm)

c. Kecepatan potong (V)

$$V = \frac{\eta.d.n}{1000} \text{ ……..m/menit}$$

b. Gerak makan per gigi (fz)

$$fz = \frac{vf}{z.n} \text{ …….mm/menit}$$

c. Waktu pemotongan (Tc)

$$Tc = \frac{lt}{vf} \text{ ……menit}$$

d. Kecepatan penghasil geram (Z)

$$Z = vf.a.w \text{ ……cm}^3\text{/menit}$$

BAB 6
PROSES SKRAP

6.1. Pendahuluan

Mesin Sekrap disebut juga mesin serut atau mesin ketam, gunanya mesin ini adalah untuk meratakan benda kerja dengan jalan menyayatnya dengan pahat ketam, arti meratakan di sini adalah bawa benda kerja yang diketam dapat berbentuk cembung, cekung, beralur dan lain-lain dalam kedudukan mendatar, tegak ataupun dalam posisi menyudut.

Sistem kerja mesin ini adalah benda kerjanya dipasang pada penjepit (catok/ragum) kemudian alat-alat ini diikat dengan baut dan mur pada meja mesin, sedangkan pahat yang menyayatnya bergerak maju mundur dipermukaan benda kerja,

Besar kecilnya mesin ketam menentukan panjang bagian yang diketam, jika bagian yang diserut melebihi batas panjang langkahnya maka benda kerja itu tidak dapat dikerjakan secara praktis, oleh karena itu ukuran mesin ini berdasarkan panjang Iangkah penyayatan maksimum.

Mesin ketam terdiri dan dua macam yaitu mesin ketam datar, dan mesin ketam tegak yang dinamakan mesin tusuk. Mesin ketam datar gerak pahatnya mendatar dan mesin ketam tegak (vertikal) gerak pahatnya tegak. Prinsip pengerjaan pada mesin ini ialah, bahwa benda kerja yang disayat dalam keadaan diam sedang pahat yang menyayatnya bergerak maju mundur atau naik turun,

Mesin sekrap merupakan salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk merubah permukaan-permukaan bidang rata sesuai dengan bentuk-bentuk yang dikehendaki seperti : bidang datar, bidang saling menyiku, bidang alur buntu dan tembus, bidang bertingkat dan bidang bersudut. Secara luas, mesin sekrap dibagi menjadi beberapa jenis yaitu mesin sekrap/ketam eretan, mesin ketam lengan kuat, mesin tusuk, mesin tusuk roda gigi.

6.2. Jenis-Jenis Mesin Sekrap (Ketam)

1. Mesin ketam eretan

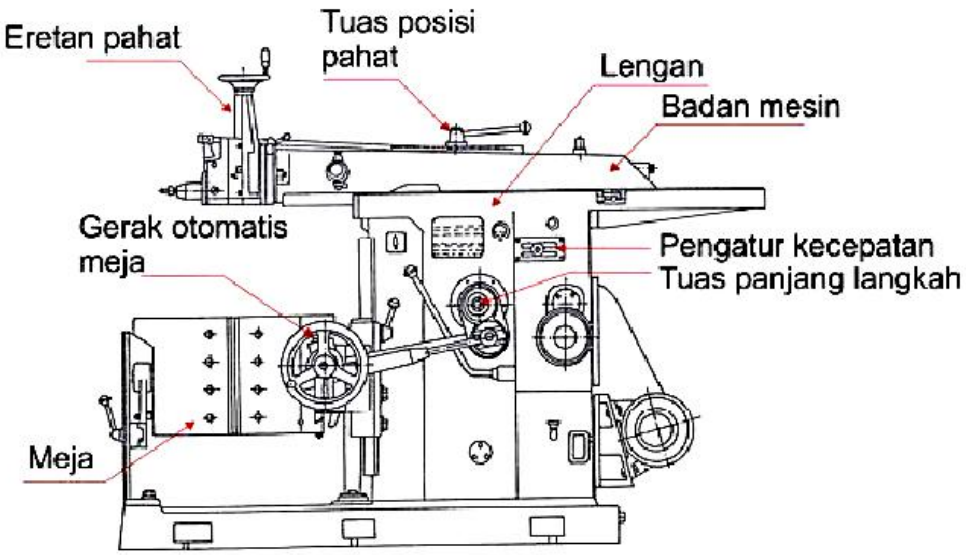
Benda-benda kerja yang panjang dan berat dikerjakan pada mesin jenis ini, adalah paling mudah untuk memasang benda kerja di atas eretan yang melakukan gerak bolak-balik, pada mesin ketam besar, pahatnya membuat gerakan ingsutan dan gerakan penyetelan. Mesin ketam eretan disebut juga mesin ketam portal. Pada mesin-mesin besar dipasang pula sebuah eretan pinggir pada tiang untuk pengerjaan bidang-bidang vertikal, eretan-eretan pahat itu dapat diputar sehingga bidang-bidang miring dapat juga diketam.

Kecepatan meja juga kecepatan sayat adalah konstan (tetap) sepanjang langkah, pencapaian pengaturannya biasanya berada antara 10 dan 40 meter/menit. Untuk mesin-mesin ketam yang cocok untuk penyayatan dengan logam keras, kecepatan sayatnya ditingkatkan sampai ± 70 meter/menit.

Penyayatannya tidak secara terus menerus tetapi secara bertahap (periodik) dan terjadi pada akhir tiap langkah balik, panjang langkah disetel oleh penumpu-penumpu, ada juga mesin sekrap eretan dengan panjang langkah maksimum 1 sampai 20 meter.

Lebar benda kerja pada mesin ketam portal ditentukan oleh jarak antara tiang-tiangnya, dalam hal-hal tertentu hal ini merupakan suatu kerugian, oleh karena itu maka dibuat juga mesin.mesin ketam eretan dengan satu buah tiang, dengan sendirinya pada mesin-mesin ini tiang dan balok lintang harus kuat sekali.

Dan beberapa mesin ketam eretan, eretan pahat dapat ditukar untuk satuan frais, dengan demikian kemungkinan pengerjaannya meningkat, tetapi harus tersedia kecepatan-kecepatan meja yang rendah dan 20 sampai 1000 mm/menit.



Gambar 6.1 : Mesin ketam eretan

2. Mesin sekrap lengan kuat

Mesin sekrap/ketam lengan kuat disebut juga mesin sekrap kepala, mesin ini banyak digunakan dalam industri-industri, pabrikpabrik, bengkel-bengkel dan sekolah-sekolah, mesin ini digunakan untuk benda-benda kerja yang memerlukan langkah-langkah penyayatan maksimum 900 mm yang dapat diatur oleh mekanik alur engkol.

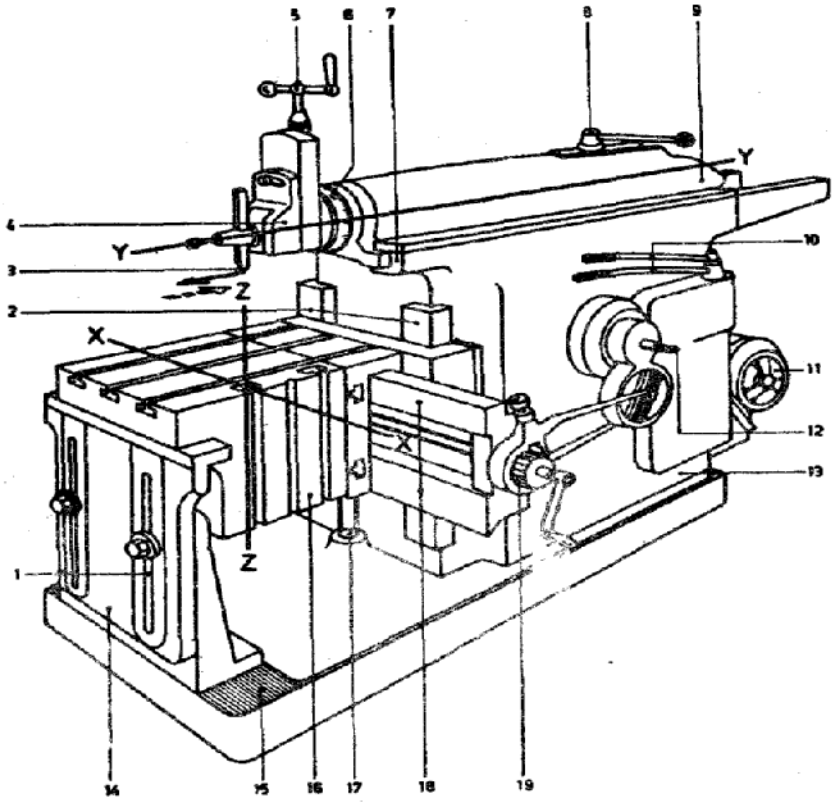
Mesin sekrap lengan kuat gerakan bolak-baliknya dilakukan oleh pahat, gerakan penyayatan dilakukan oleh benda kerjanya. Mesin ini cocok untuk benda-benda kerja pendek dan tidak terlalu berat. Mesin semacam ini dibuat dengan panjang langkah maksimum dan 200 sampai 1000 mm.

Kerugian mesin ini adalah kecepatan sayatnya tidak tetap, pada langkah-langkah yang panjang kecepatan sayat pada bagian tengah dan langkah itu masih mendekati tetap, tetapi pada langkah-langkah pendek kecepatan sayat yang tepat hanya dipertahankan pada bagian yang sangat kecil dan langkahnya.

Mesin ketam lengan kuat dengan penggerakan hidrolis tidak mempunyai gerakan ini kecepatan sayat yang dapat diatur tanpa bertingkat tetap sama sepanjang langkahnya.

Keuntungan lain daripada penggerakan hidrolis ialah bahwa pada tiap saat dan langkah kerja, langkahnya dapat dibalikkan sehingga kalau mesinnya macet, ramnya dapat ditarik kembali.

Suatu kerugian seperti pada semua penggerakan lurus hidorlis ialah bahwa panjang langkahnya tidak mungkin dipertahankan dengan tepat, keuntungan dan mesin ketam lengan kuat ini adalah dengan alur engkol yang berayun ialah pembatasan langkah yang teliti dan konstruksi yang sederhana dan mesin.



Gambar 6.2 : Mesin ketam lengan kuat

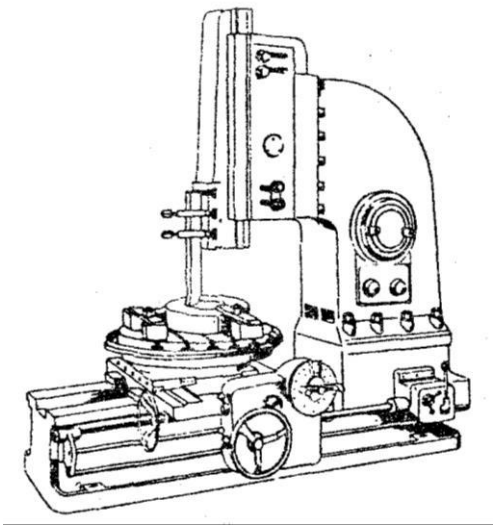
Keterangan :

1. hantaran dalam penopang untuk meja siku
2. hantaran untuk gerak vertikal meja siku
3. pahat ketam
4. pemegang pahat
5. handel untuk menyetel pahat
6. pembagian skala
7. hantaran untuk ram
8. handel untuk mengikat ram
9. ram
10. tuas untuk mengatur banyaknya langkah
11. motor listrik
12. poros untuk menetapkan panjang langkah
13. badan mesin
14. penopang untuk meja siku
15. kaki
16. meja tambat
17. paksi untuk memindahkan meja siku dalam arah vertikal
18. hantaran untuk memindahkan meja tambat dalam arah x
19. mekanisme palang untuk catu awal mekanis

3. Mesin tusuk

Mesin tusuk ini adalah tidak lain daripada mesin ketam lengan kuat yang vertikal, mesin ini digunakan untuk pengerjaan permukaan-permukaan yang sukar dijangkau. Kerja mesin tusuk ini ialah bahwa gerak pahatnya naik turun pada satu garis lurus, sedang benda kerja yang ditusuk dipasang pada meja yang terletak di hawah eretan pahat, Pahat yang terpasang pada cretan tersebut menyayat benda kerja secara tegak lurus dan benda kerja akan bergeser mundur maju atau ke kin ke kanan.

Meja mesin tusuk yang terpasang pada suatu eretan dapat bergeser ke arab memanjang, melintang dan berputar. Dengan pergerakan yang multi komplek ini pengaturan benda kerja terhadap kedudukan pahat akan menjadi mudah dan memercepat pengerjaan. Guna mesin tusuk ini pada prinsipnya adalah untuk menyerut bermacam-macam alur, baik alur luar maupun alurdalam,gerak turun pahat adalah gerak kerja, sedangkan gerak ke atas adalah gerak bebas. Panjang dan banyak langkah pahat tersebut dapat diatur sesuai dengan bentuk dan bahan benda kerja. Pengaturan banyak langkah ini sama halnya dengan mesin bubut, panjang dan banyak langkahnya dapat diatur melalui roda bertingkat atau mengubah hubungan roda gigi melalui batang pengaturnya.



Gambar 6.3 : Mesin tusuk

4. Mesin tusuk roda gigi

Seperti pada mesin frais pada penusukan rodaroda gigi terdapat dua metode yaitu metode pembagian dan metode penguraian. Untuk penusukan menurut metode

pembagian dipakai mesin-mesin vertikal, roda giginya dikencangkan pada meja putar. Sebagai perkakas sayat dipakai pahat profil, setelah lekukan gigi ditusukkan roda gigi itu diputarkan satu gigi, Ketelitian gigi-giginya terutaina tergantung dan profil pahat-pahat tusuknya, penusukan roda gigi menurut metode pembagian sedikit sekali diterapkan.

Pada metode penguraian sistem "Maag" dipakai batang gigi sebagaj perkakas tusuk. Batang penusuknya dipasang pada penumbuk dan melakukan gerakan vertikal, benda kerjanya membuat gerakan urai yang terdiri dan gerakan putar dan gerakan lurus, setelah tiap langkah ke atas bila batang penusuk bebas dan roda giginya, roda gigi itu sedikit diputar dan digeser,

Keuntungan dan sistem Maag adalah 'perkakas sayat yang sederhana.

Pada metoda penguraian menurut sistem "Fellows Gear" dipakai sebuah roda gigi sebagai perkakas sayat (pahat), dengan bantuan roda tusuk dapat ditusuk baik penggigian dalam maupun luar, oleh karena sisi-sisi dan roda tusuk melengkung, pengasahannya tidak begitu mudah. Gerakan urainya terjadi oleh gerakan-gerakan putar dan roda tusuk dan benda kerja. Pada waktu langkah ke atas benda kerjanya sedikit ditarik bebas dan roda tusuk. Keuntungan dan sistem ini adalah bahwa penusukannya berjalan terus menerus sedangkan pada sistem Maag roda giginya harus selalu dikembalikan pada kedudukan semula.

Untuk penusukan gigi berbentuk sekrup, roda tusuknya membuat gerakan putar juga, selain gerak naik turun. Roda tusuk membuat gerakan sekrup dengan sudut kisar yang sama dengan sudut kisar yang dan gigi-gigi yang harus ditusuknya, gerakan sekrup itu diselenggarakan dengan bantuan tabung penghantar.

Keuntungan pada penusukan roda gigi ialah jalan keluar yang pendek dan perkakas tusuknya, karena itu maka blok-blok geser untuk lemari-lemari roda gigi dapat dibuat dan satu bagian, lagi pula pada umumnya mesin tusuk urai bekerja lebih teliti dan cepat daripada mesin frais urai.

6.3. Nama Bagian dan Konstruksi

Sebagai operator mesin sekrap terlebih dahulu harus mengetahui sifat-sifat, kegunaan dan cara kerja masing-masing bagian yang terdapat dalam masing-masing mesin yang dihadapi, untuk ini perlu adanya pengentian dan pengetahuan dan masing-

masing pribadi yang akan melaksanakan tugas pekerjaan tersebut. Bagian yang terpenting dan mesin. ketam/sekrap adalah : rangka, mekanik, penjalan, lengan dan suport serta meja mesin.

a. Rangka

Menurut fungsinya maka rangka ini merupakan penyangga dan seluruh bagian dalam mesin sekrap, oleh karenanya konstruksinya dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menampung bagian-bagian tersebut, termasuk pula seluruh kegiatan mekaniknya. Rangka ini terbuat dan baja tuang sedangkan bagian yang memerlukan penghalusan dikerjakan lebih lanjut.

b. Mekanik Penjalan

Umumnya mesin sekrap dijalankan oleh motor yang ditempatkan dibagian belakang mesin, melalui roda-roda ban berbentuk V ke cakra-cakra tingkat atau ke lemari roda-roda gigi, dan roda gigi tersebut melalui eksentrik ke alur engkol yang berayun dan dihubungkan ke lengan, alur engkol yang berayun terdiri dan sebuah cakra engkol dengan tap yang dapat diatur sebuah blok tirus, tuas alur dan batang penggerak. Untuk mengatur sesuai dengan yang dikehendaki dan langkah lengan dapat disetel dengan memindah-mindahkan tap pengatur.

c. Lengan dan suport

Bagian ini merupakan gabungan antara lengan dan suport yang karena tugas-tugasnya sehingga langsung suport tersebut dikaitkan pada lengan, bersama-sama melakukan gerak langkah, lengan yang diikat pada alur engkol melaksanakan penibahan gerak dan gerak putar menjadi gerak lurus yang diteruskan ke pahat melalui suport dan pemegang pahat. Suport digunakan juga untuk niengatur naik turunnya pahat dalam penyayatan, untuk mcnyayat bidang-bidang tegak yang bersudut suport dapat diatur kedudukannya sesuai dengan sudut yang diinginkan.

d. Meja Sekrap

Meja gunanya disamping untuk menyangga ragum pengikat benda kerja juga mempunyai gerak penjalan vertikal dan gerak penjalan lintang secara otomatis, dapat

mengatur tinggi rendahnya benda kenja dan teraturnya penyayatan, dengan demikian memberikan pengisian mendatar kepada benda kerja pada waktu mengetam.

Meja dapat digerakkan secara manual (tangan) atau otomatis, bila digerakkan dengan sejumlah tenaga maka banyaknya gerak diatur olefi posisi batang penghubung pada roda penggerak, batang itu dihubungkan pada lengan buai (tuas) dan bila roda penggerak berputar, lengan buai (tuas) bergerak ke belakang dan ke depan. Posisi daripada pal (nok) mengatur arah meja, bila pal dilepaskan meja dapat dipindahkan ke samping dengan tangan, meja tidak boleh bergerak selama langkah memotong. Penopang menembus meja lubang dan memberikan penopangan serta kekakuan selama mesin berjalan.

Meja merupakan tuangan yang berlubang yang dikerjakan dengan mesin diperlengkapi dengan alur-alur pada permukaannya, alur-alur ini memungkinkan penyekrapan benda-benda kerja yang besar. tidak teratur bentuknya pada meja, meja dioperasikan dengan tangan atau otomatis.

e. Alas mesin

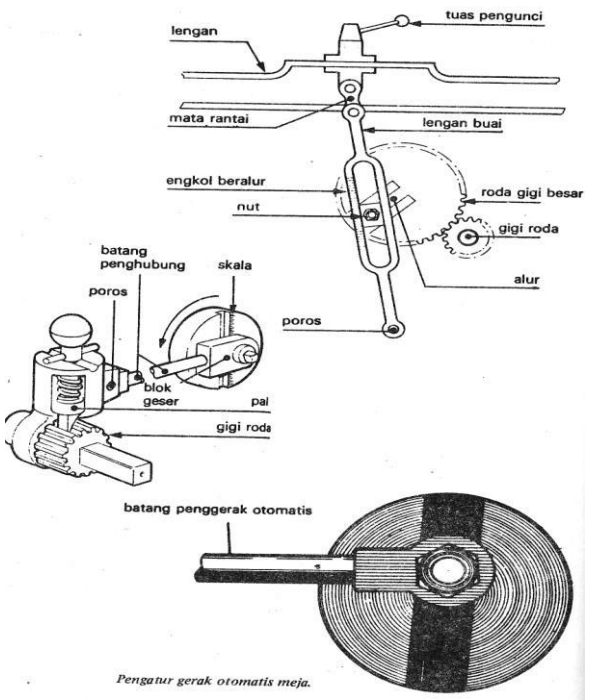
Alas dapat merupakan tuangan yang berlubang (ditengahnya) atau dibuat dan baja pelat, terdapat pintu-pintu masuk ke lemari alat-alat dan ke ruangan mekanisme penggerak.

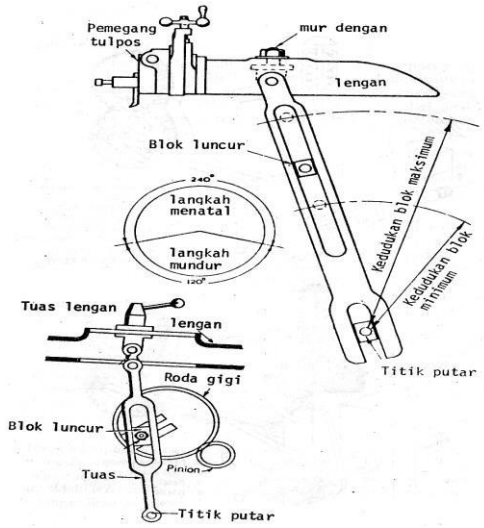
f. Dudukan

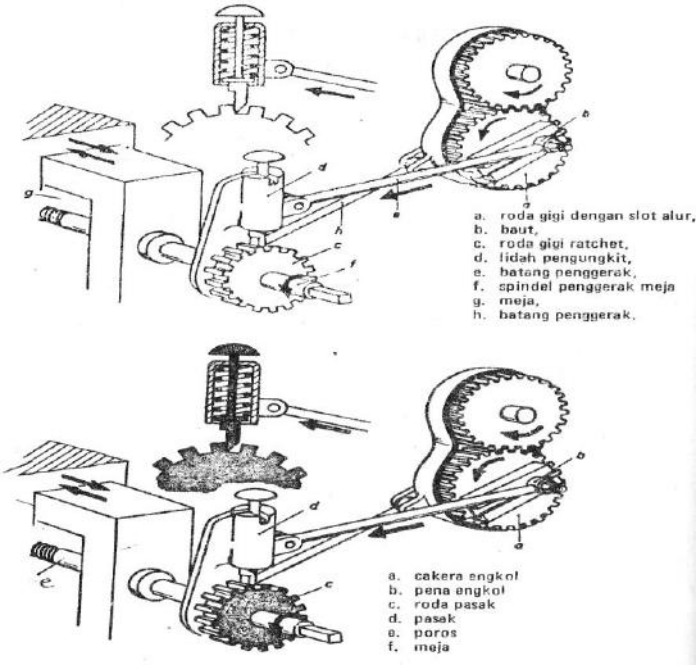
Dudukan dipasang melintang cretan vertikal depan mesin dan membawakan meja dan ragum mesin, dudukan dinaikkan dan diturunkan dengan tangan.

g. Rumah pahat

Rumah ini memegang pahat dan direncanakan untuk mengangkatnya pada langkah yang tidak memotong, dengan demikian melindungi mata pemotong pahat. Rumah pahat atau pemegang pahat yang terpasang pada pelatpelat dapat bergerak berayun seperti engsel, hal ini dimaksudkan agar pahat tidak mencakup atau menekan benda kerja pada langkah kebelakang (langkah kebelakang harus bebas tidak menyayat benda kerja).







Gambar 6.4 : Mekanisme penggerak mesin skrap

6.4. Perlengkapan Mesin Ketam/Sekrap

a. Pahat

Pahat yang digunakan untuk menyekrap pada dasarnya serupa dengan pahat bubut tetapi lebih besar dan lebih dalam penampangnya dan memberikan tambahan kekuatan. Jika akan menggunakan pahat, cara memilihnya harus disesuaikan dengan bentuk permukaan benda kerja yang akan disekrap, umpamanya diperlukan untuk permukaan-permukaan rata, saling menyiku, alur, alur tembus, bertingkat dan bidang-bidang sudut. Untuk mempermudah dalam penggunaan dapat dilihat pada gambar macam-macam pahat mesin sekrap di bawah ini. Dalam perdagangan terdapat pahat-pahat ketam yang langsung dapat dipegang dan dalam bentuk yang dijepit oleh tangkai pahat dan tangkai pahat berganda.

Pahat yang akan dipakai harus selalu dalam keadaan tajam sehingga dalam penyayatan memakannya dapat lancar, cara mengasah pahat sesuai dengan bentuk sisi-sisi potong yang diperlukan ada 2 macam yaitu:

- pahat-pahat tempa yang telah dibentuk, mengasahnya disesuaikan dengan sisi potong yang diingini, untuk membentuk sisi yang baik diperlukan pengasahan keempat atau lima bidang yaitu bidang-bidang muka, samping kiri, kanan, belakang dan bawah sampai sudut-sudut sesuai dengan ketentuan;
- pahat ketam yang terdapat berikut tangkainya, cara mengasahnya kadang-kadang cukup dengan mengasah bidang ujungnya saja karena bidang-bidang samping sudah dibentuk sesuai dengan kegunaannya masing-masing.

Kegunaan pahat sekrap adalah sebagai berikut

- pahat sisi kasar
  untuk memulai menyekrap bidang sisi tegak yang menghasilkan permukaan kasar;
- pahat sisi akhir
  untuk menyelesaikan hidang datar (menyekrap rata) sampai menghasilkan permukaan yang halus;
- pahat akhir:
  untuk menyelesaikan menyekrap sisi tegak sehingga menghasilkan permukaan yang halus;
- pahat kasar

untuk memulai menyekrap datar yang hasilnya mendapatkan permukaan kasar;

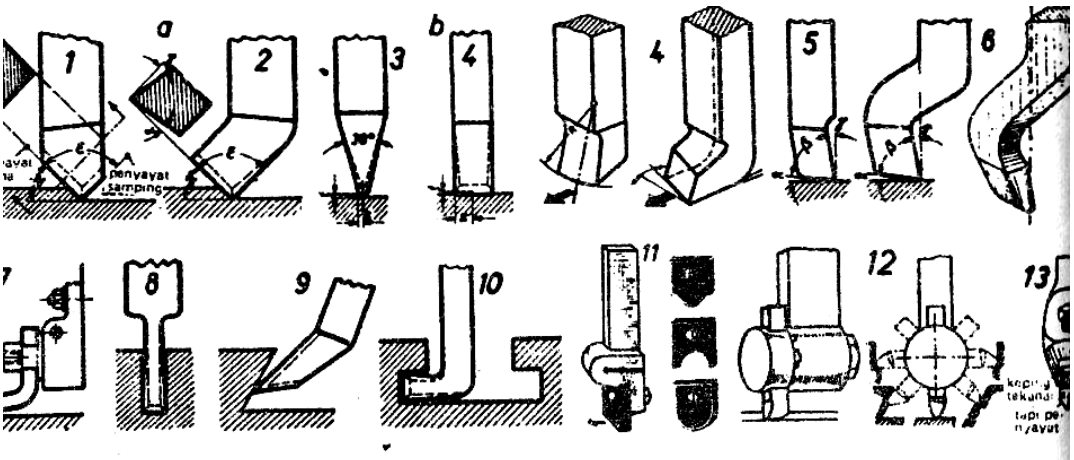
- pahat alur

untuk menyekrap alur tembus atau alur buntu pada bidang sebelah luar.

Bentuk pahat ketam hampir sama dengan bentuk pahat bubut, perbedaannya terletak pada sudut-sudut bebas muka dan sampingnya yang lebih kecil, sudut bebas yang kecil ini dimaksudkan untuk menghindari getaran-getaran pada pahat atau pada benda kerja, karena penyayatan pada mesin ketam jauh lebih lambat daripada penyayatan (perputaran) pada mesin bubut, bentuk dan besarnya sudut-sudut pahat tersebut sangat penting karena baik tidaknya hasil penyerutan/penyekrapan tergantung sebagian dan cara mengasah sudut-sudut pahat itu.

Pemasangan pahat pada rumahnya tergantung dan besar kecilnya pahat yang berukuran besar dapat langsung dijepit pada rumah itu dan yang berukuran kecil harus dipasang pada pemegang pahat. Pemasangan pahat tidak boleh terlalu panjang keluar dan bagian yang dijepit, pemasangan yang demikian akan mengakibatkan pahat bergetar waktu menyayat dan kemungkinan patah besar sekali. Dalam hal ini pahat harus dipasang pendek pada pemegangnya.

Pahat yang akan digunakan dipasang pada pemegang kemudian diikat dengan baut, jarak anitara ujung pahat dengan pemegangan tergantung dari benda-benda kerja yang akan diketam termasuk juga bila diperlukan kedudukan-kedudukan tiap sikap sudut yang dikehendaki. Untuk menghindari lenturan pahat harus dipasang/dijepit sependek mungkin, pada pemakanan mendatar pahat dipegang tegak dapat dimiringkan tanpa dapat kembali lagi, supaya dapat dimiringkan kembali, kotak pemegang pahat dipasang setegak mungkin. Waktu mengerjakan bidang miring pemegang pahat dikunci dengan sebuah pahat sehingga pahat pada saat melangkah mundur tidak merusak permukaan benda kerja.



Perkakas ketam

a) untuk pengikisan 1 . . . pahat kikis lurus kiri, 2 . . . pahat kikis bengkok ke kiri, b) untuk penghalusan, 3 . . . pahat penghalus runcing, 4 . . . pahat penghalus lebar, 5 . . . pahat lurus, 6 . . . pahat tertekuk.
pahat khusus : 7 . . . pahat penyingkir tertekuk ke depan, 8 . . . pahat penusuk alur lurus, 9 . . . pahat sudut kiri, 10 . . . pahat tusuk alur bengkok ke kiri, 11 . . . pahat bentuk, 12 . . . pemegang pahat putar, 13 . . . pemegang pahat, α. . . sudut bebas penyayat utama, β. . . sudut pasak, $\pm$. . . sudut serpih, ∂ . . . sudut bebas penyayat samping, λ. . . sudut kemiringan utama; a . . . tebal serpih, s . . . lalu.

Gambar 6.5 : perlengkapan mesin ketam

2. Penjepit benda kerja

Untuk memegang benda kerja biasanya dipegang pada meja atau tanggem pegangan, ini akan menghindarkan terlemparnya benda kerja pada waktu dikerjakan, pegangan ini akan diperkuat oleh permukaan benda kerja yang kasar yang diklem dengan tanggem, agar benda kerja yang tipis tidak rusak maka mengklemnya tidak boleh terlalu kuat.

Permukaan yang dipegang harus cukup besar, jika permukaan yang dipegang terlalu kecil tekanan tiap persegi akan bertambah besar. Beram dan kotoran akan mempengaruhi pemegangan oleh sebab itu permukaan yang akan dipegang harus bersih.

Sementara tanggem dikeraskan benda kerja sedikit terangkat, pengembaliannya ke posisi semula harus dipikul dengan palu plastik, paralel box yang disediakan dipakai untuk meratakan dan memegang asal tidak mengganggu pengukuran.

Peralatan untuk memegang benda kerja yang besar adalah baut T dan kiem, kepada baut T harus cocok dengan alur T yang ada dimeja mesin sekrap, pemegang rnemindahkan tenaga pemegang ke benda kerja. Pemindahannya harus parallel/sejajar

dengan permukaan pemegang, sehingga permukaan penyangga menjadi besar. Baut T harus diletakkan sedekat mungkin dengan benda kerja supaya gaya penjepitan yang dihasilkan oleh pengumpil dapat dikurangi, bila hal itu tidak mungkin benda kerja dapat dipegang dengan beberapa buah klem.

Memasang benda kerja yang berbentuk profil I pada meja kita menggunakan klem-klem, baut-baut pengikat dan blok-blok penahan. Memasang benda kerja yang berbentuk profil L pada meja kita menggunakan dongkrak perata, klem bentuk C dan pelat siku serta baut pengikat. Untuk menghindari goresan-goresan pada permukaan benda kerja yang sudah halus maka menjepitnya harus diganjal dengan pelat seng. Memasang dan mengganjal benda kerja yang satu perrnukaannya tidak rata harus diganjal dengan besi bulat yang dapat menekan pada satu titik. Untuk menjepit sumbu atau tabung adakalanya dibagian bawah diganjal dengan pelat yang tipis.

Cara menjepit henda kerja yang berbentuk segmen atau sektor dapat dijepit pada bagian yang cembung dan yang rata dan dibawahnya diberi ganjal. Bila menggunakan dua pelat ganjal harus mempunyai tinggi atau tebal yang sama.

6.5. Pekerjaan Menyekrap

Mengetam dapat dicapai dengan mesin sekrap dengan baik, kalau hal ini dicapai oleh pahat yang bergerak horisontal ke,depan dengan benda kerja dibawahnya yang tegak lurus padanya. Benda kerja tetap diam pada waktu pahat menyayat (pada langkah tenaga) dan berpindah pada langkah balik pahat. Derajat penyelesaian akhir tergantung pada

- bentuk pahat
- kecepatan pahat lewat di atas benda kerja, hal ini tergantung pada jenis logam yang diketam,
- kecepatan benda kerja lewat melintangi pahat misalnya penyayatan halus akan menghasilkan pekerjaan akhir yang baik,
- penerapan cairan pendingin yang tepat.

Berbagai jenis pekerjaan yang dapat dilakukan menggunakan mesin skrap antara lain : menyekrap rata, tegak, alau dalam, alur luar, alur buntu, alur tembus, bertingkat dan sebagainya.

1. Menyekrap rata

Menyekrap rata benda dengan bidang-bidang yang rata dimulai dengan bidang-bidang yang luas dengan pahat bergerak searah dengan lebarnya benda kerja. Besarnya langkah pahat sama dengan lebar bahan ditambah dengan langkah bebas. Besarnya langkah bebas disesuaikan dengan besarnya lebar bahan, untuk bidang-bidang benda kerja yang pendek jangan membuat langkah bebas yang besar, demikian pula sebaliknya yang dimaksud dengan mengetam datar ialah bahwa gerak pahat yang menyayatnya ke arah mendatar, dan kiri ke kanan atau dan kanan ke kiri, arah gerak pahat tensebut tergantung dan bentuk sudut-sudut bebasnya, jika pahat tersebut berbentuk pahat kanan maka penyayatannya dimulai dan sebelah kanan ke arah kiri, tetapi jika sudut bebasnya netral maka pahat ini dapat bergerak bebas dan kanan ke kiri atau sebaliknya.

Pedoman pada waktu mengetam datar adalah sebagai berikut

- benda kerja harus terpasang kuat pada ragum/catok atau alat-alat penjepit dengan ditahan oleh suatu landasan, kedudukannya harus datar, untuk ini dipeniksa dahulu dengan dial indikator, bagian yang akan diketam dalam kedudukan memanjang.
- Langkah pahat diatur sehingga kelebihan langkah ke depan dan ke belakang dan bagian yang diketam benbanding 1 : 2,
- kecepatan langkah diatur dengan baik;
- pahat terpasang pada rumahnya dengan kedudukan tidak terlalu panjang keluan dan penjepitnya, pada tingkat permulaan atau jika bagian yang diketam tebal, pakailah pahat kasar, jika bagian yang diserut telah mendekati ukuran yang diinginkan, maka pakailah pahat halus,
- aturlah pergerakan meja secara otomatis dengan pergeseran yang agak kasan dahulu, pada tingkat penyelesaian pergesenan ini diatur dengan pengeseran yang halus,
- tempatkan pahat di atas permukaan benda kerja dan putarlah eretan pahat sehingga jarak antara pahat dan benda kenja setebal kertas (ambillah sehelai kertas dan geser-geserkanlah antara pahat dan permukaan benda kerja),
- geserkan pahat ke bagian sisi benda kerja, mesin kita jalankan lalu tambahkan pemakanan sehingga pahat menyayat benda kenra, penambahan tebal pemakanan hendaknya dilakukan pada waktu pahat sedang bergerak ke belakang;

- jalankan otomatis pergerakan mejanya, dalam hal ini hendaknya diperhatikan bahwa baik secara otomatis maupun digerakkan dengan tangan, pergeseran meja harus terjadi pada waktu pahat sedang bergerak ke belakang, pada waktu pahat rnenyayat meja atau benda kerja harus dalam keadaan diam, jika terjadi pergerakan otomatis meja berlawanan dengan ketentuan di atas maka kedudukan batang penggerak otomatisnya harus diubah sehingga berlawanan dengan kedudukannya semula,
- jika penyayatan pertama telah selesai hentikan mesin, putarlah meja ke arah semula untuk kembali dengan sayatan-sayatan berikutnya;
- gantilah dengan paint hams jika bagian yang diketam hampir mendekati ukuran, aturlah kecepatan langkahnya lebih lambat dan berilah minyak bor pada benda kerja yang diseut / disekrap.
- Jika sewaktu-waktu penyaratan terpaksa hams dihentikan dahulu sebelum akhir pengerjaan maka yang harus dihentikan lebih dahulu ialah pergesekan otomatis mejanya setelah itu gerak pahatnya jika sebaliknya ujung pahat akan rusak atau patah.

2. Menyekrap tegak

Dalam menyekrap tegak maka gerak penyayatan pahat berlangsung dan atas ke arah bawah secara tegak lurus, dalam hal ini pergerakan sayatan pahat dilakukan dengan memutar eretan pahat dengan tangan, kedudukan pelat pahat pada penyayatan ini harus dimiringkan secukupnya agar pemegang pahat tidak mengenai bidang kerja, dan pahat tidak menekan benda kerja yang diketam pada langkah ke belakang, tebal pemakanan hendaknya tipis saja kurang lebih 0,5 mm; pada tahap penyelesaian pakailah pahat halus dengan sudut-sudut bebas yang kecil, usahakan agar ujung mata pemotongnya mengenai benda kerja.

Sama halnya dengan kerja mengikir, pada kerja mengetampun sebaiknya benda kerja yang akan dikerjakan itu digambar dahulu, sehingga batas-batas pengerjaannya tampak jelas, dan sebelum diketam batas itu harus diperiksa dahulu dengan balok geser, apakah kedudukannya sejajar atau tidak dengan mulut ragum.

3. Menyekrap alur

Untuk menyekrap alur maka perlu adanya langkah-langkah seperti berikut:

- menyetel langkah lengan sesuai dengan panjang alur ditambah dengan langkah-langkah bebas,
- menyetel pahat dengan jarak yang cukup pendek antara ujung pahat dengan pelat pemegangnya;
- menyetel kedudukan lengan agar letak ujung pahat tepat di atas benda yang akan dikerjakan,
- mencoba menjalankan langkah bebas di atas benda kerja;
- melaksanakan penyekrapan selapis ke samping diantara batas alur
- menyayat lapis berikutnya ke samping setengah lebar alur dan ke bawah sampai mendekati dalamnya batas alur;
- melaksanakan penyekrapan sisa lebar alur;
- melakukan penyekrapan terakhir sampai batas ukuran alur,
- pemeriksaan ukuran-ukuran hasil penyekrapan;
- bila penlu disekrap lagi sampai mendapatkan ukuran-ukuran yang tepat dan penyekrapan yang rapi.

4. Menyekrap alur dalam

Menyekrap alur di dalam lubang harus memakai tangkai pahat alur dalam, cara mengerjakannya harus lebih berhati-hati terutama pada waktu menyetel pahat dan memulai menyekrap. Untuk bentuk alur yang lebih panjang harus memakai tangkai pahat yang lebih panjang pula.

5. Menyekrap alur buntu

Sebelum benda kerja itu disekrap harus dibor dahulu pada ujung alur dengan bor yang besarnya sama dengan lebar alur dan dalamnya sama dengan dalamnya alur. Menyetel langkah pahat sesuai dengan panjang alur ditambah Iangkah-langkah bebas. Memasang benda kerja dan menyetel kedudukan langkah. Melaksanakan penyekrapan sampai mendekati batas-batas ukuran yang dikehendaki. Pada akhirnya menghaluskan permukaan dengan mengurangi dalamnya penyayätan sampai pada batas ukuran-ukuran yang dikehendaki.

6. Menyekrap alur tembus

Untuk menyekrap alu tembus caranya sama seperti menyekrap alur buntu pada kedua ujungnya, hanya perbedaannya terletak pada ukuran panjang alur berikut penyetelan langkah pahat, terutam dalamnya penyayatan sampai menembus benda kerja.

7. Menyekrap bidang bertingkat (tegak dan datar, saling menyiku)

Menyekrap bidang bertingkat caranya sama seperti menyekrap dua bidang saling menyiku (bidang datar dan tegak) hanya sekarang dilakukan lebih dan satu kali. Kedudukan pelat pemegang pahat harus dimiringkan, pahat-pahatnya yang digunakan adalah pahat datar dan pahat tegak yang kasar dan halus.

Penyekrapan pertama dengan pahat datar yang kasar sampai mendekati batas garis tegak, dua lapis terakhir dari tingkat satu memakai pahat datar harus sampai mencapai garis lukis mendatar.

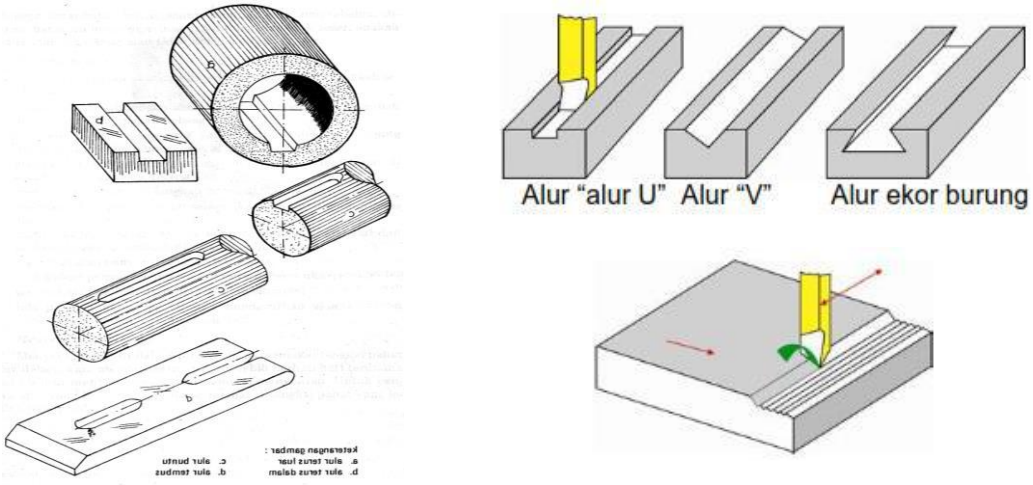
Penyekrapan kedua dilaksanakan dalam arah tegak sampai batas garis lukis dengan menggunakan pahat sisi yang halus. Penyekrapan ketiga memakai pahat datar kasar untuk menyekrap tingkat kedua sampai mendekati batas garis lukis mendatar. Pahat kasan diganti dengan pahat datar halus untuk nienyekrap sampai batas garis ukuran, penyekrapan keempat pada bidang tegak tingkat kedua yang caranya sama seperti untuk bidang tegak ke satu dengan menggunakan pahat sisi kasar dan halus.

Untuk menyekrap bidang-bidang bertingkat yang lebih dan dua tingkat caranya sama seperti yang diuraikan di atas. Pemeriksaan dan pengukuran kembali dilakukan setelah selesai seluruhnya. Kemudian disekrap kembali dengan pahat-pahat yang halus bila terdapat kekurangan-kekurangan.

8. Menyekrap bidang bersudut

Untuk menyekrap bidang bersudut ini harus diketahui dahulu berapa derajat sudut yang akan dibentuk untuk dapat diatur kemiringan suport. Setelah diketahui berapa besarnya sudut yang dikehendaki pasanglah siku-siku protaktor sesuai dengan besarnya suut tersebut (yang diminta) yang maksudnya untuk mengetahui berapa besarnya penyimpangan-penyimpangan antara supor degan pemegang pahat. Penyetelan sudut supor dilakukan dengan peñunjuk berjarum.

Setelah kedudukan suport disetel miring sampai membentuk udut tertentu (yang diminta) maka untuk menghindari gesekan ntara ujung pahat dengan benda kerja pada waktu langkah mundur, pahat harus dimiringkan lagi beberapa derajat.

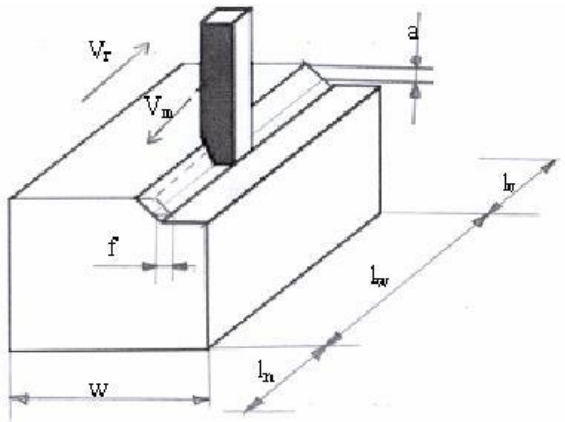


Gambar 6.6 : Hasil pekerjaan menggunakan mesin skrap

6.6. Elemen Dasar dan Perencanaan Proses Sekrap

Elemen pemesinan dapat dihitung dengan rumus-rumus yang identik dengan elemen pemesinan proses pemesinan yang lain. Pada proses sekrap gerak makan (f) adalah gerakan pahat per langkah penyayatan, kecepatan potong adalah kecepatan potong rata-rata untuk gerak maju dan gerak kembali dengan perbandingan kecepatan = Vm/Vr.

Harga R_s <1. (Gambar 6.7), Elemen dasar tersebut .



Gambar 6.7. Skema proses skrap

d. Kecepatan potong rata-rata (V)

$$V = \frac{n_p . l_t . (1 + R_s)}{2.1000} \text{ ……..mm/menit}$$

dimana :

l_w = panjang benda kerja (mm)
l_t = $l_v + l_w + l_n$ (mm)
n_p = jumlah langkah/menit
l_v = 20 mm
l_n = 10 mm

b. Kecapatan makan (*vf*)

$vf = f . n_p$ …….mm/menit ; f = gerak makan (mm/langkah)

c. Waktu pemotongan (Tc)

$$Tc = \frac{w}{vf} \text{ ……menit}$$

d. Kecepatan penghasil geram (Z)

$Z = .a.f.v$ ……cm^3/menit

DAFTAR PUSTAKA

Abo Sudjana & EC Sudirman, *Teori dan Praktek Kejuruan Dasar Mesin*, Pradya Paramita.

Arifin, Syamsul, *Alat-alat Ukur dan Mesin-mesin Perkakas*, Ghalia Indonesia, Jakarta, 1983

B.H. Amstead, Phillip F. Ostwald, Myron L. Begeman, *Manufacturing Processes*, Seventh Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 1979.

Flemings, M.C.*Solidification Processing*, New York : McGraw-Hill, 1974,

George F. Dieter & Sriati Djaprie, ***Metalurgi Mekanik***, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga

Goerge Love & Harun AR **,** *Teori dan Praktek Logam***,** Edisi ketiga, Penerbit Erlangga.

Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, Cetakan Keenam, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1994.

Kalpakjian, *Manufacturing Engineering and Technology*, Third Edition, Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1995.

Metal Handbook,9th ed. Vol. 14 : *Forming and Forging.* Metal Park, Ohio: ASM International, 1988.

Mikell P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 1996.

PT PAL Indonesia **,** ***Panduan Praktik Kerja Dasar Logam***, Surabaya

Richard, L. Little. *Metalworking Technology*. New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd.

Surbakty. B., *Ketrampilan Dasar Kerja Bangku.* PT (Persero) Karya Nusantara, Jakarta, 1983

Surbakty B.M. dan Kasman Barus. 1983. *Menyekrap, Mengebor dan Menggerinda*. Jakarta : CV. Genep Jaya Baru.

Tata Surdia, Kenji Chijiwa, *Teknik Pengecoran Logam*, Cetakan Ketujuh, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.

Wijayanto, D.S. dan Estriyanto, Y. 2005. *Teknologi Mekanik : Mesin Perkakas*. Surakarta : UNS Press.