

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja

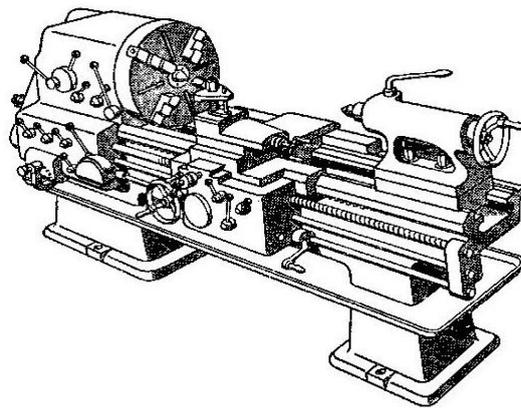
Mesin bubut (*Turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dengan menggunakan mata potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang menjadi bentuk silindris. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada *spindle* mesin, kemudian *spindle* dan benda kerja diputar dengan kecepatan putar sesuai perhitungan. Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja disayatkan pada benda kerja yang berputar.

Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam, pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang digerakan oleh sistem komputer (CNC). Kecepatan putar diatur sesuai kecepatan potong bahan sehingga benda kerja mudah dibentuk sesuai yang diinginkan. Mesin bubut yang terdapat di lab pemesinan merupakan jenis mesin bubut konvensional.

2.2 Jenis Mesin Bubut

2.2.1 Mesin Bubut Senter

Mesin bubut senter (gambar 2.1.) biasanya disebut mesin bubut saja, merupakan alat perkakas dengan banyak kegunaan. Dengan bantuan kepala tetap yang dibentuk sebagai tempat pemutar roda gigi, poros utamanya dapat berputar dengan berbagai tingkat putaran. Kecepatan sayatnya dapat disesuaikan pada jenis dan diameter bahan yang dikerjakannya. Ingsutan dari pahat yang dipasang diatas eretannya, dapat diatur dengan bantuan tuas insut.



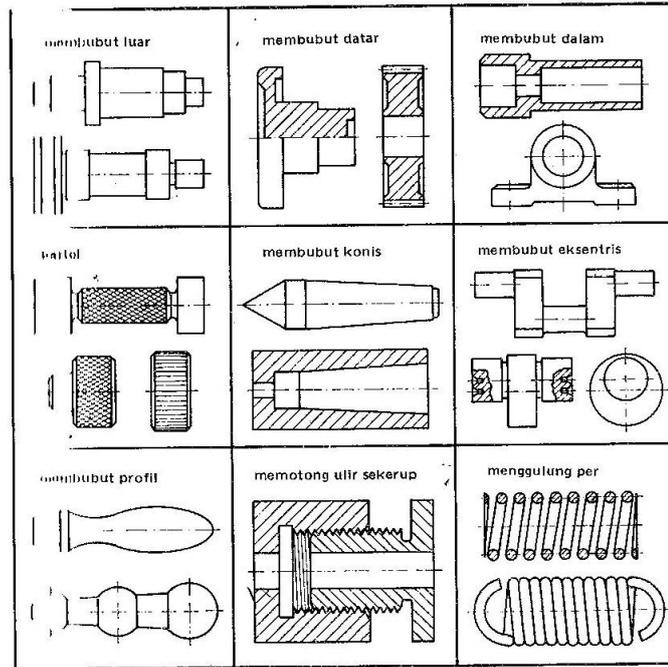
Gambar 2.1.Mesin bubut senter

Pahat bubutnya dapat disetel pada sembarang tempat dengan bantuan eretan yang memanjang, eretan lintang dan eretan pahat. Penyetelan (pengaturan) ini dipermudah, karena pada poros – poros sekrup dari eretan lintang dan eretan pahat dipasang sebuah pembagi (nonius).

Benda kerja yang paling panjang ditentukan oleh jarak antara senter – senternya. Diameter yang paling besar ialah dua kali tinggi senternya. Jadi ada kemungkinan untuk membubut berbagai silinder luar

dan dalamnya, meratakan sisi depan dan memasangnya diatas sebuah mesin bubut senter.

Disamping hal tersebut, masih ada lagi pekerjaan – pekerjaan yang dapat dilakukannya. (gambar 2.2.)

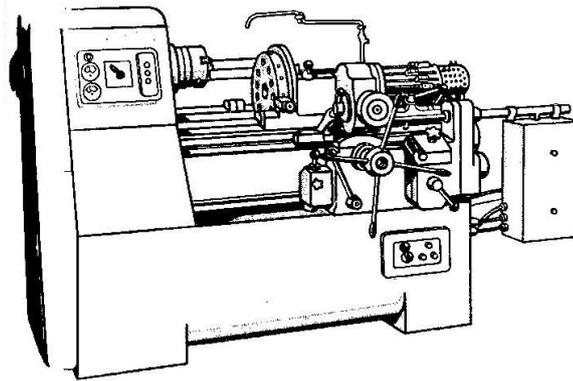


Gambar 2.2. Macam – macam pekerjaan mesin bubut senter

Mesin bubut senter inilah termasuk jenis mesin bubut yang biasa kita gunakan di dalam praktek di lab pemesinan.

2.2.2 Mesin Bubut *Revolver* (Pistol)

Pada mesin bubut senter pengencangan benda kerja dan penukaran pisau banyak memakan waktu. Mesin bubut *revolver* (gambar 2.3.) bekerja lebih ekonomis, semua perkakas yang dibutuhkan untuk pekerjaan ini dipasang pada sebuah kepala *revolver*, dengan pemutaran pada kepala *revolver*, perkakas - perkasnya ditempatkan pada posisi pengerjaan secara berurutan.



Gambar 2.3. Mesin bubut *revolver*

Kepala *revolver* didesain sedemikian rupa, sehingga pada pergerakan eretan *revolver* ke belakang dengan jeruji, sesaat sebelum berakhirnya langkah kepala *revolver* nya terlebih dahulu dibuka palang/gerendelnya, lalu kemudian diputar. Pada saat eretan *revolver* bergerak ke depan, kepala *revolver* diberi palang, setelah itu perkakas yang berada di bagian depan ditempatkan pada posisi pengerjaan.

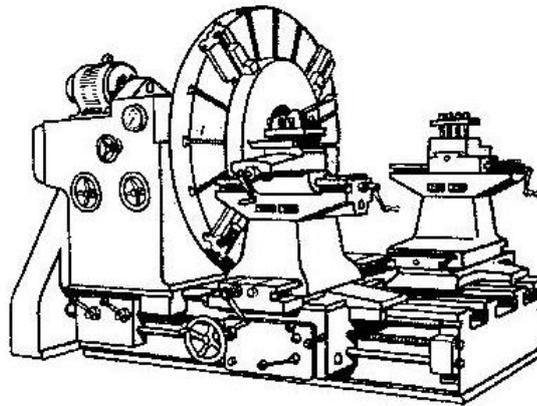
Dengan demikian maka waktu yang digunakan lebih singkat, sehingga jenis mesin bubut ini menguntungkan untuk produksi dengan jumlah kecil.

2.2.3 Mesin Bubut Kepala

Mesin bubut kepala (gambar 2.4.) ialah sebuah mesin bubut yang digunakan untuk membubut benda – benda kerja yang berbentuk piringan besar, seperti roda gila, puli, dan sebagainya. Benda kerja dikencangkan dengan pencekam (*chuck*) yang dapat di setel. Jadi disini penopangan dengan senter tidak diperlukan. Maka pada kebanyakan mesin bubut kepala tidak terdapat kepala lepas.

Tetapi disamping eretan, terdapat eretan belakang. Kita ketahui bahwa untuk diameter – diameter yang besar, jumlah putarannya rendah, sehingga pembubutannya mempunyai cukup waktu untuk eretan depan dan eretan belakang. Dengan demikian

maka mesin bekerja lebih ekonomis. Pelat – pelat penytelnya didesain sedemikian rupa.

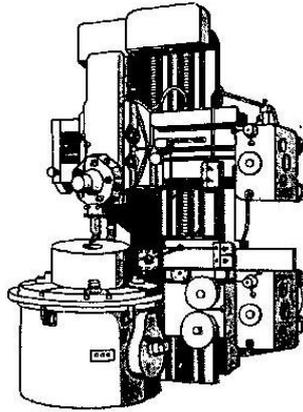


Gambar 2.4.Mesin bubut kepala

Kerugian dari mesin ini ialah, bahwa pemasangan benda kerja pada pelat setel, yang biasanya dilakukan dengan alat pengangkat, memakan banyak waktu. Lagi pula pada benda kerja yang berat akan membebani poros utamanya sehingga terjadi bengkokan.

2.2.4 Mesin Bubut Korsel

Mesin bubut korsel (gambar 2.5.), gunanya untuk mengerjakan benda kerja yang sama seperti mesin bubut kepala. Tetapi karena letak pelat setelnya horizontal, pengencangan benda kerja nya jauh lebih mudah dan benda kerja yang lebih tinggi dapat dibubut. Pembantalan sebuah pelat setel horisontal lebih baik daripada yang vertikal, sehingga jalannya masih lebih tenang.

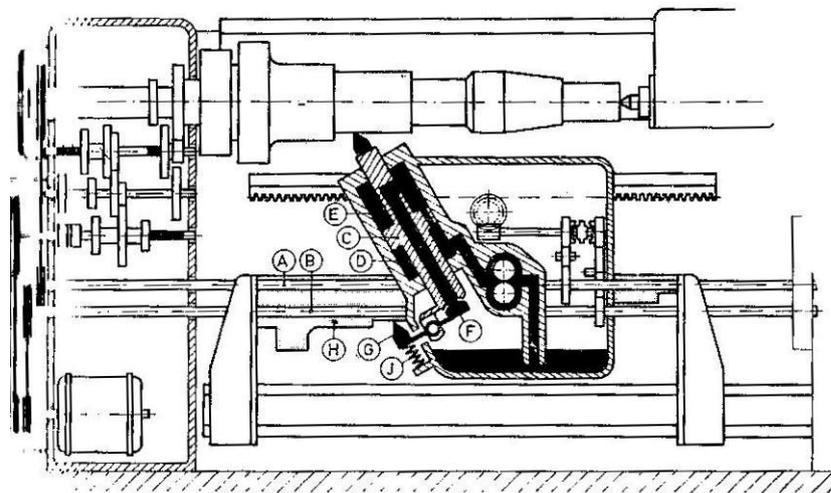


Gambar 2.5.Mesin bubut korsel

Mesin bubut korsel memiliki dua buah eretan perkakas. Pada bagian horisontal disebut eretan sisi dan pada bagian vertikal yang disebut kepala *revolver*.

2.2.5 Mesin Bubut Penyalin

Untuk dapat membubut poros bertingkat dengan bantuan sebuah mal, telah dirancang mesin bubut penyalin yang cukup rumit (gambar 2.6.). Eretan yang memanjang terdapat di bawah poros utama dan penyalinnya memiliki sudut 60° . Eretannya bergerak menurut arah panjangnya dan eretan penyalinnya bergerak ke bawah, dibuat peralihan yang menyiku dari kecil ke besar. Pada pembubutan dari diameter besar ke diameter kecil dapat disalin dengan sudut sebesar $\pm 40^\circ$.



Gambar 2.6.Mesin bubut penyalin

Sensor bergerak secara hidrolis pada pahat. Jadi tekanan antara sensor dan mal kecil. Cara kerja mekanisme penyalinnya ialah sebagai berikut :

1. Ingsutan yang memanjang diturunkan dari poros utama secara mekanis melalui poros A. Poros B menggerakkan pompa roda gigi, yang memberikan tekanan minyak kempa pada eretan penyalin, dan dibuat sebagai diferensial pada torak. Minyak yang dipompakan di dalam ruangan dibawah torak masuk ke dalam ruangan E melalui saluran yang sempit lalu mengalir kembali ke resevoir melalui sebuah saluran yang lebar dengan katup pengatur F.
2. Bila sensor G tidak menyentuh mal H, pegas Y membuat katup tetap terbuka . Maka didalam ruangan E tidak terdapat tekanan dan eretan penyalin naik ke atas, sampai sensor menyentuh mal.
3. Bila katup pengatur F tertutup, tekanan minyak di atas torak seimbang dengan tekanan konstan di bawah torak, gerakan eretan penyalin terhenti.
4. Bila katup pengatur F diberi tekanan hingga menutup, maka tekanan minyak di dalam ruangan E meningkat, sehingga torak di tekan ke bawah.
5. Sebaliknya torak naik ke atas, setelah tekanan didalam E turun karena terbukanya katup pengatur.

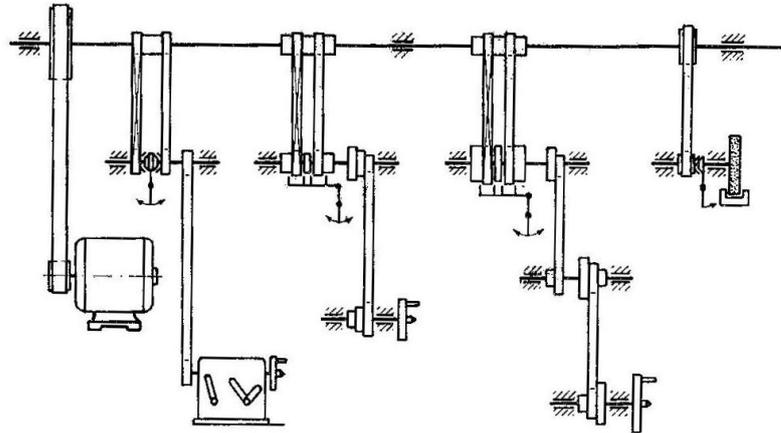
Mesin – mesin penyalin ini sangat cocok untuk pembuatan poros – poros secara masal (dalam jumlah banyak).

2.3 Mekanisme Penggerak

2.3.1 Pengantar

Mekanisme untuk menjalankan gerak utama atau gerak sayat disebut mekanisme utama. Kebanyakan alat – alat perkakas dijalankan oleh motor- motor listrik. Bila

sebuah motor menggerakkan sekaligus banyak alat perkakas, kita bicara tentang penggerak kelompok. Disini mesin – mesin itu dijalankan oleh sebuah poros penggerak utama, baik langsung maupun dengan bantuan sebuah penggerak antara puli – puli bertingkat.

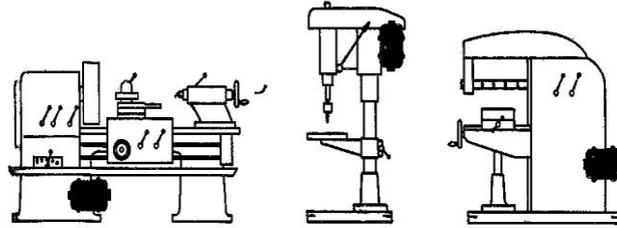


Gambar 2.7. Penggerak kelompok

Namun penggerak kelompok (gambar 2.7.) itu mempunyai berbagai kerugian. Pertama, penggerak ini harus dipasang pada langit – langit atau dinding tempat kerjanya, memakan banyak ruangan. Kedua, bila motor penggeraknya mati, seluruh kelompok mesin – mesin itu tidak berjalan. Sedangkan jika sebuah mesin tidak jalan, penggerak ikut berputar tanpa dibebani, dan berakibat terjadinya keausan pada sabuk penggeraknya.

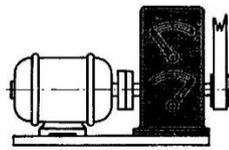
Pada akhirnya terjadi gangguan dari sabuk – sabuk penggerak yang meregang dan mengendur; sabuk – sabuk tersebut mengeluarkan debu, membuat pandangan di dalam tempat kerja kurang baik dan mempertinggi terjadinya kecelakaan – kecelakaan.

Atas dasar ini, dapatlah dimengerti bahwa sekarang mesin – mesin itu masing – masing digerakkan oleh motor – motor yang terpisah (gambar 2.8.), walaupun biayanya lebih tinggi dan rendemen yang lebih rendah dari motor – motor yang lebih kecil.



Gambar 2.8. Motor listrik pada mesin perkakas

Bahkan mesin – mesin lama digerakkan secara langsung dengan perantara sebuah lemari roda gigi.



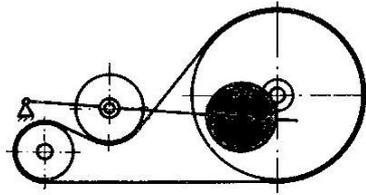
Gambar 2.9. Motor listrik dengan lemari roda gigi

Jadi, penempatan mesin – mesin itu tidak lagi tergantung dari penggeraknya, sehingga pengelompokan kembali dapat dilakukan dengan mudah.

2.3.2 Penggerak Sabuk

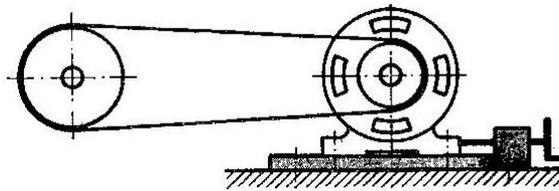
Sabuk – sabuk pipih dari kulit makin berkurang pemakaiannya, dikarenakan sabuk jenis ini terlalu banyak meregang sehingga secara teratur harus dipotong. Maka ujung – ujungnya disambungkan lagi dengan perekatan atau penjahitan atau dengan bantuan penyambung sabuk.

Letak sabuk – sabuk pipih sekeliling puli – pulinya tidak boleh terlalu kencang atau terlalu kendur. Rol – rol pengencang dengan bantuan sebuah pegas atau sebuah pemberat, menyebabkan tegangan yang merata dan perbandingan – perbandingan perpindahan yang besar ialah peletakan sabuk yang lebih baik pada puli yang kecil. (gambar 2.10.)



Gambar 2.10. penyetelan sabuk dengan rol – rol pengencang

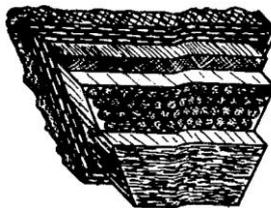
Bila terdapat kemungkinan untuk menyetel poros – porosnya, tegangan sabuknya sering diatur dengan sebuah eretan (gambar 2.11.). Yang diatur dengan cara ini adalah motornya.



Gambar 2.11. Pengaturan tegangan sabuk dengan eretan

Sabuk – sabuk pipih diterapkan khusus bila gaya dan gerak memiliki jarak yang besar.

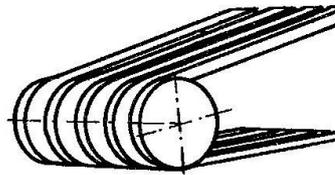
Sabuk sabuk yang tidak berujung diperkuat dengan penguat tenunan dan tali (gambar 2.12.).



Gambar 2.12. penguat tenunan dan tali Sabuk

Ukuran dari alur – alur pada puli – puli nya harus sedemikian rupa, sehingga sabuk nya di bawah bebas dari singgungan dan hanya didukung pada sisi – sisinya. Pada peningkatan beban, sabuk dapat tertarik lebih dalam ke dalam alurnya, sehingga

gaya gesekannya bertambah besar. Untuk suatu perpindahan sering dipakai beberapa sabuk v berjajar (gambar 2.13.).



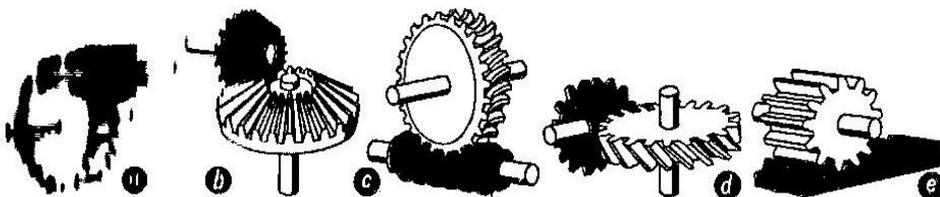
Gambar 2.13.Sabuk v berjajar

2.3.3 Penggerakan Roda Gigi

Penggerakan roda gigi menghendaki jarak – jarak poros yang lebih pendek daripada penggerakan – penggerakan sabuk. Karena tidak ada selip, perpindahannya lebih stabil.

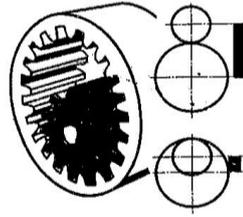
Kita bedakan berbagai perpindahan roda gigi (gambar 2.14.) :

- a. Roda – roda gigi lurus untuk poros – poros yang sejajar.
- b. Roda – roda gigi tirus untuk poros – poros yang saling berpotongan.
- c. Penggerakan cacing dan roda cacing untuk poros – poros yang saling bersilangan.
- d. Roda – roda gigi lurus dengan gigi yang berbentuk sekrup untuk poros – poros yang saling bersilangan.
- e. Roda gigi dan batang gigi untuk mengubah gerak putar menjadi gerak lurus.



Gambar 2.14. Jenis perpindahan roda gigi

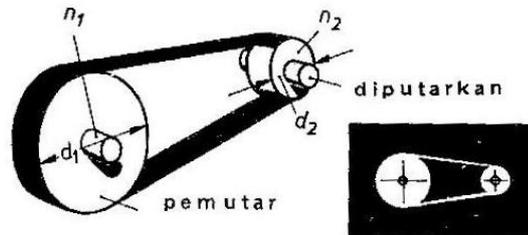
Bila jarak sumbu antara dua buah poros sangat kecil, untuk roda gigi yang terbesar dapat diterapkan penggigian dalam.



Gambar 2.15. Penggigian dalam

2.3.4 Perbandingan Perpindahan

Kecepatan keliling (v) perpindahan – perpindahan sabuk untuk puli pemutar, dengan mengabaikan selipnya, akan sama seperti pada puli yang diputar (gambar 2.16.).



Gambar 2.16. Perbandingan perpindahan

Maka kecepatan keliling itu ialah :

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_2}{1000} \quad \text{atau} \quad v = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_1}{1000} \dots^1$$

Maka :

$$\frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_2}{1000} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_1}{1000}$$

Dan :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Hasil bagi dinyatakan dengan i , jadi :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots^2$$

¹C. Van Terheijden, Harun, Alat –Alat Perkakas, Jilid 3, Binacipta, Jakarta, Cetakan ke 1, 1981, hal 22

² Ibid, hal 22

Dimana,

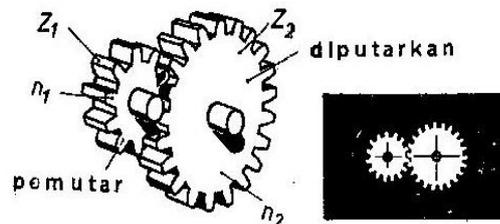
i = Perbandingan perpindahan atau angka transmisi.

n_1 = Jumlah perputaran tiap roda gigi pemutar.

n_2 = Jumlah putar tiap menit roda gigi yang diputar.

d_1 = Diameter puli penggerak

d_2 = Diameter puli yang digerakkan



Gambar 2.17. Perbandingan perpindahan roda gigi

Pada perpindahan roda gigi (gambar 2.17.), tiap gigi dari roda gigi penggerak akan mendorong satu gigi dari roda gigi yang digerakkan, sehingga :

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2 \dots^3$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

Juga dengan hasil bagi i ini dinyatakan bilangan perbandingan dari perpindahan atau angka transmisinya.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \dots^4$$

Dimana,

i = Perbandingan perpindahan atau angka transmisi.

³C. Van Terheijden, Harun, Alat –Alat Perkakas, Jilid 3, Binacipta, Jakarta, Cetakan ke 1, 1981, hal 22

⁴Ibid, hal 24

n_1 = Jumlah perputaran tiap roda gigi pemutar.

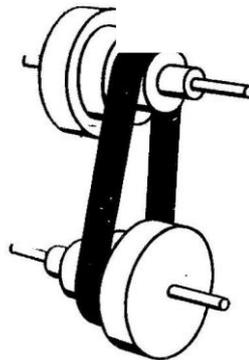
n_2 = Jumlah putar tiap menit roda gigi yang diputar.

z_1 = Jumlah gigi roda gigi pemutar.

z_2 = Jumlah gigi roda gigi yang diputar.

2.3.5 Puli – Puli Bertingkat

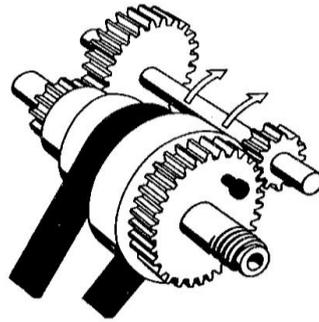
Pada alat – alat perkakas, untuk mengerjakan benda – benda berdiameter, umpamanya mesin bubut, jumlah perputaran benda kerjanya harus dapat bervariasi untuk dapat mempertahankan kecepatan sayat. Penggerak yang paling sederhana untuk alat ini adalah puli bertingkat (gambar 2.18.). Dengan sebuah puli bertingkat empat dapat diatur empat jumlah perputaran.



Gambar 2.18. Puli – puli bertingkat

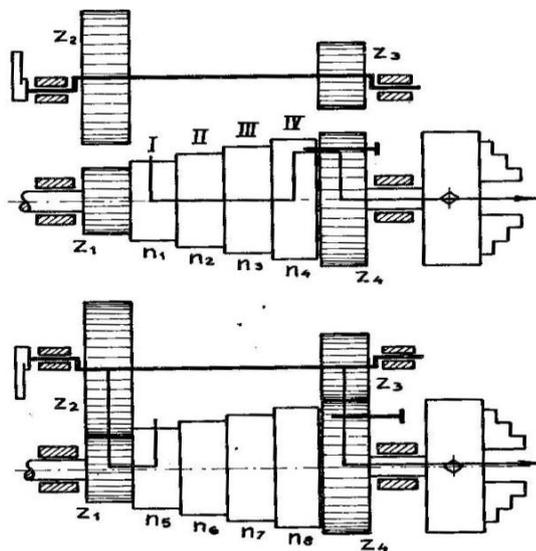
2.3.6 Puli – Puli Bertingkat Dengan Kerja Ganda

Dengan bantuan kerja ganda (gambar 2.19.), jumlah perputaran tiap menit dapat diperkecil.



Gambar 2.19. Puli – puli bertingkat kerja ganda

Puli bertingkat yang dihubungkan pada tiap roda gigi (z_1) dapat berputar bebas pada poros utama. Roda gigi (z_4) dipasang kukuh pada poros utama (gambar 2.20).



Gambar 2.20. Kukuh pada poros utama roda gigi

Bila kerja gandanya (z_2, z_3) dilepaskan, gaya sabuknya langsung dialihkan pada poros utama. Jadi seperti pada sebuah puli bertingkat tanpa kerja ganda, tersedia empat jumlah perputaran.

Dengan menghubungkan kerja ganda nya, sekarang masih dapat dipakai empat jumlah perputaran yang lain, tetapi hubungan puli bertingkat dengan roda gigi (z_4) harus diputuskan terlebih dahulu dengan ditarik ke luar. Sekarang gaya sabuk itu dipindahkan pada poros utama oleh (z_1) pada (z_2) dan oleh (z_3) pada (z_4).

Diagram ini memberikan ikhtisar dari besarnya berbagai perbandingan perpindahan. Poros - poros penggeraknya dipasang sebagai garis - garis vertikal dan dinyatakan dengan angka - angka romawi, dalam urutan perpindahan. Jumlah - jumlah putaran dari poros utamanya dipasang secara horizontal, dimana untuk jumlah putaran yang paling rendah biasanya dipasang di bawah dan ditandainya dengan n_1 . Bila perputaran itu dipasang secara logaritmis, garis - garis horizontal itu berada sama jauh pada deret ukur. Maka jarak - jarak ini sama dengan logaritmanya.

Untuk puli bertingkat kerja ganda (gambar 2.20.), dapat anda lihat pada diagram transmisi (gambar 2.22.). Berikut penjelasannya :

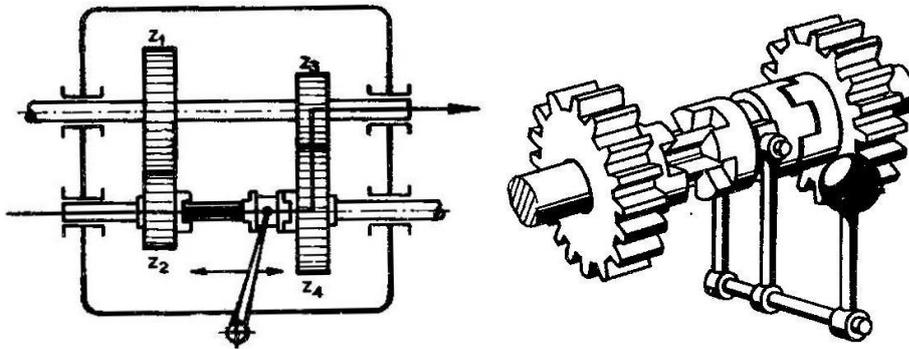
1. Disini garis - garis penghubung antara jumlah - jumlah perputaran dari berbagai poros mengumpamakan perpindahan - perpindahan, baik dengan sabuk, maupun dengan roda - roda gigi.
2. Garis - garis yang naik ke kanan pada diagram itu menunjukkan percepatan, sedangkan yang turun, menunjukkan perlambatan.
3. Pada garis horisontal, perbandingan perpindahannya ialah 1 : 1. Disini perlu diperhatikan, bahwa karena pertimbangan praktis, percepatan - percepatan maksimum tidak diambil lebih besar dari 2: 1 (getaran dan keausan giginya) dan perlambatan - perlambatan maksimum tidak lebih besar dari 1: 4 (ukuran - ukuran roda gigi yang paling besar).

Bila jumlah putarannya dihitung kembali secara teliti, akan ternyata bahwa ini bukan merupakan deret ukur. Penyimpangan - penyimpangan itu disebabkan oleh kenyataan bahwa roda gigi itu harus mempunyai jumlah gigi yang bulat, sebab sebuah roda gigi umpamanya 25, 21, tidak dapat dikerjakan.

2.3.8 Lemari - Lemari Roda Gigi

Pada puli – puli bertingkat terdapat kerugian yang besar, seperti selip dan pemindahan sabuk – sabuknya dari tingkat yang satu ke tingkat yang lain, yang memakan waktu.

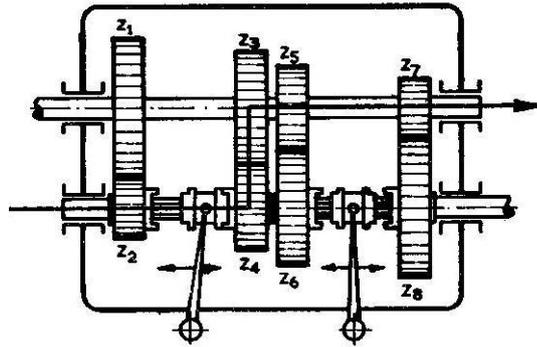
Kerugian – kerugian ini tidak terdapat pada lemari roda gigi. Dengan bantuan tuas – tuas penghubung yang dipasang berdekatan, jumlah perputaran yang dikehendaki, dapat dilakukan dengan pasti dan cepat. Tetapi karena dari perpindahan – perpindahan yang ada, hanya satu yang boleh bekerja, lemari – lemari roda gigi itu harus didesain sedemikian rupa, sehingga dengan penyambungan atau penggeseran dari roda – roda gigi nya, hanya perpindahan yang dikehendaki yang dapat dikerjakan.



Gambar 2.23. Roda – roda penghubung

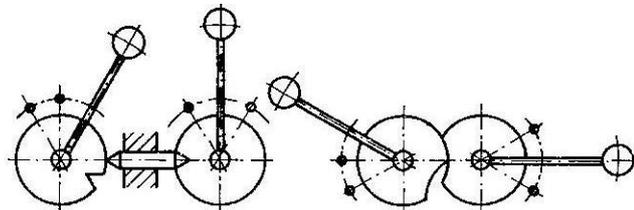
Pada roda – roda penghubung (gambar 2.23.), hanya satu dari kedua perpindahan yang ada, dihubungkan oleh sebuah kopleng pengecam. Roda – roda penghubungnya dapat menggeser, tetapi tidak dapat berputar bebas. Jadi perpindahan dari roda penghubung pada porosnya dijalankan melalui sebuah penghubung. Adalah mungkin untuk menempatkan lebih banyak roda penghubung di dalam sebuah lemari roda gigi

(2.24)



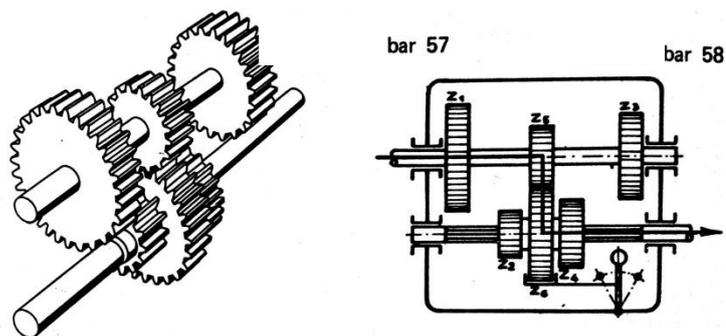
Gambar 2.24. Roda penghubung pada lemari roda gigi

Pada tuas – tuas penghubung (gambar 2.25.), saling berhubungan pada penghubung dari sebuah kopling tertentu, sebuah kopling lain harus diberhentikan.



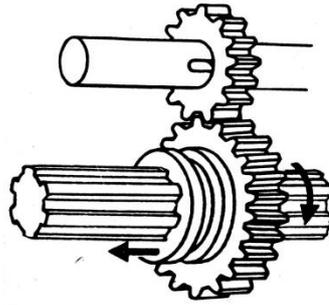
Gambar 2.25. Tuas – tuas penghubung

Bila didalam sebuah lemari roda gigi diterapkan roda – roda geser, pemberhentian tersebut tidak diperlukan. (gambar 2.26)



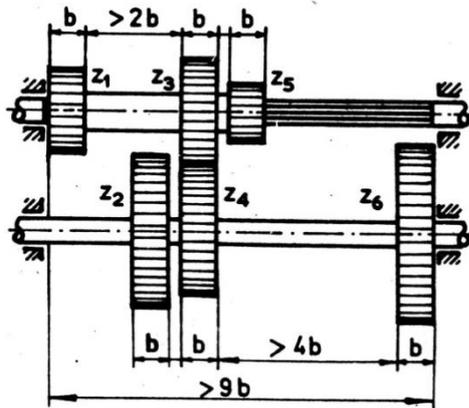
Gambar 2.26. Roda –roda geser pada lemari roda gigi

Roda – roda geser yang bersatu menjadi sebuah blok geser, digeserkan pada sebuah poros pasak oleh sebuah tuas penghubung, sehingga beberapa pasang roda gigi bekerja sekaligus. (gambar 2.27)



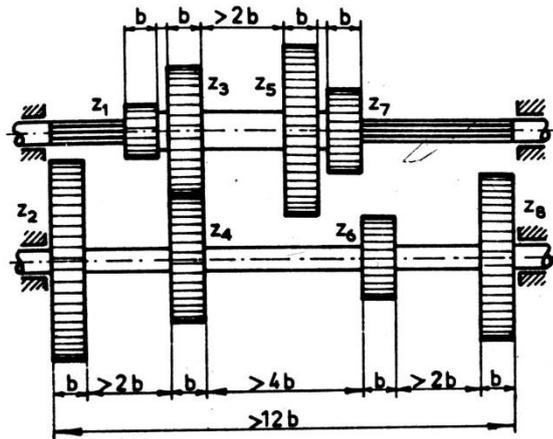
Gambar 2.27. Poros pasak benam pada roda gigi

Dengan sedikit perubahan jarak – jarak antara roda – rodanya, blok geser dengan tiga buah roda gigi (gambar 2.28.), dimungkinkan untuk mengatur jumlah – jumlah perputaran secara berurutan.

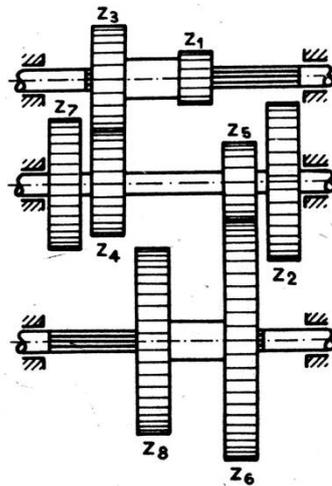


Gambar 2.28. Blok geser dengan tiga buah roda gigi

Sedangkan pada konstruksi blok geser dengan empat buah roda gigi (gambar 2.29.), jarang sekali dijumpai. Kerugian dari desain ini ialah panjangnya mekanisme. Sehubungan dengan panjangnya itu, dalam kebanyakan hal, seorang konstruktor akan mengutamakan konstruksi yang jauh lebih pendek dengan tiga buah poros dan dua buah blok geser (gambar 2.30.).



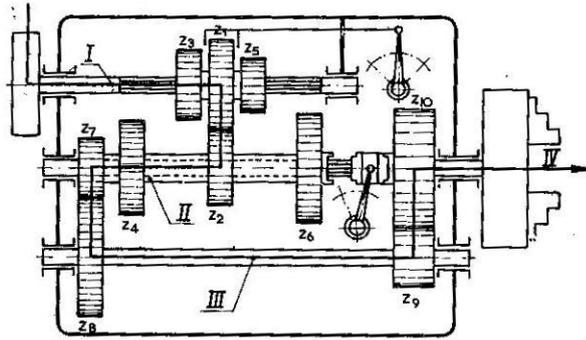
Gambar 2.29. Blok geser dengan empat buah roda gigi



Gambar 2.30. Roda gigi dengan dua buah blok geser dan satu poros tetap

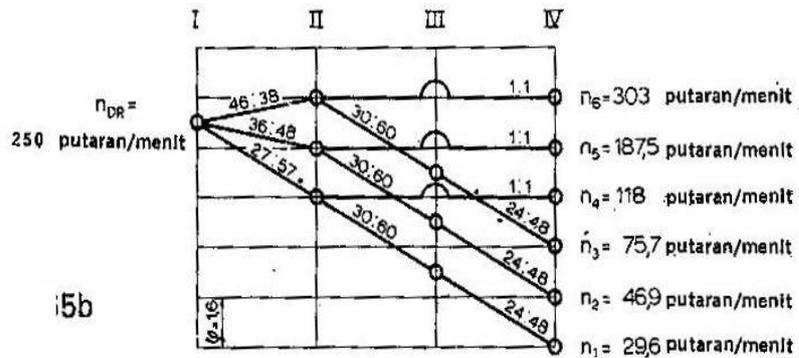
Dalam hal tertentu, dimungkinkan untuk mengganti keempat roda gigi tetap dari poros yang berada ditengah dengan tiga buah roda gigi, atau bahkan dengan dua buah roda gigi. Pada konstruksi yang terakhir itu dapat diatur empat jumlah perputaran dengan enam buah roda gigi.

Biasanya kombinasi – kombinasi dari roda – roda geser dan roda – roda penghubung (gambar 2.31.) dapat diterapkan di dalam sebuah lemari roda gigi.



Gambar 2.31. Kombinasi roda geser dan roda penghubung

Gambar 2.32. merupakan diagram transmisi dari lemari roda gigi yang ditunjukkan pada gambar 2.31.

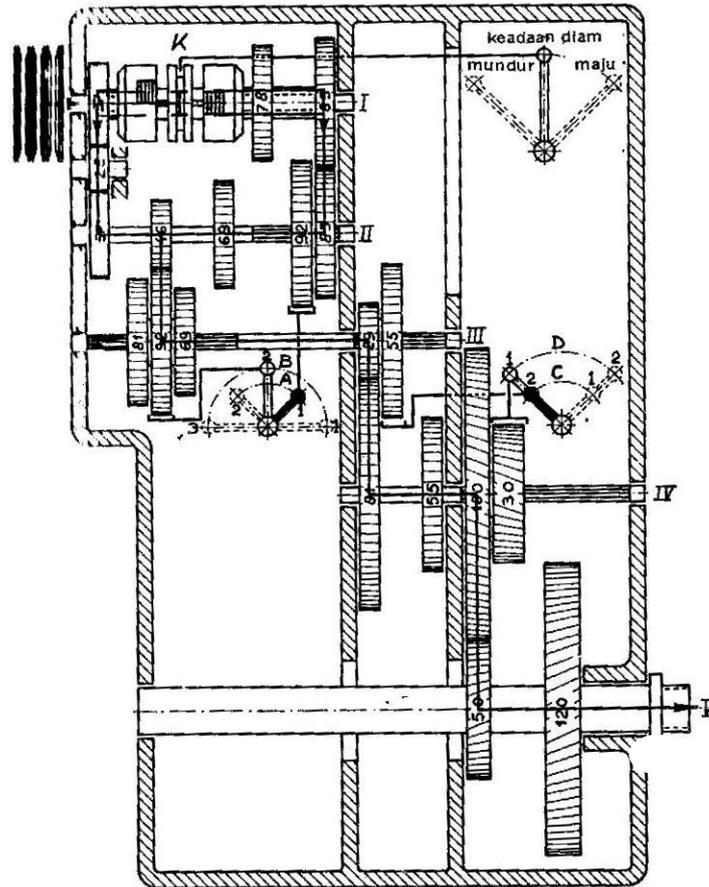


Gambar 2.32. Diagram transmisi ...⁶

Perpindahan – perpindahan roda gigi yang dilakukan dengan kopling – koplingpencekam dan roda – roda geser hanya boleh dihubungkan bila mesinnya berhenti. Pada mesin – mesin untuk produksi masal, kehilangan waktu ini sangat merugikan. Dengan menghubungkan pasangan – pasangan roda gigi dengan bantuan kopling – kopling gesek (biasanya serupa pelat – pelat). Pemindahan hubungan pada jumlah putaran lain dapat dikerjakan juga pada mesin – mesin yang berputar.

⁶ C. Van Terheijden, Harun, Alat –Alat Perkakas, Jilid 3, Binacipta, Jakarta, Cetakan ke 1, 1981, hal 34

Suatu deret dari enam jumlah perputaran untuk alat – alat perkakas yang modern, sering tidak mencukupi. Maka didalam lemari – lemari roda gigi terdapat poros – poros yang lebih banyak (gambar 2.33.).



Gambar 2.33. Lemari roda gigi pada mesin perkakas modern

Pada gambar 2.33 menunjukkan gambar bentangan poros, dimana poros – poros itu dilukiskan pada bidang datar. Dengan menghubungkan kopling gesek K (gambar 2.33), poros II dapat memperoleh 2 jumlah perputaran dengan blok geser A. Poros III memperoleh 2 x 3 jumlah perputaran dengan perputaran blok geser B dan poros IV 2 x 3 x 2 jumlah perputaran dengan blok geser C, sehingga poros utamanya dapat diperoleh $2 \times 3 \times 2 \times 2 = 24$ jumlah perputaran yang berbeda dengan blok geser D, karena pada penghubungan dari kopling mundur, poros II hanya memperoleh satu jumlah perputaran mundur dari separuh jumlah perputaran yang normal.

Alat – alat perkakas dengan daya yang kecil, sering dijalankan dengan sebuah motor listrik. Maka kopling gesek tidak diperlukan. Dengan pemasangan sebuah saklar pembalik, arah putar dari motor listrik itu dapat dibalikkan, sehingga poros utamanya dapat berputar maju atau mundur.

2.4 Mekanisme Ingsutan

2.4.1 Pengantar

Gerak ingсутan dari sebuah alat perkakas hampir selalu diikuti gerak utama. Tergantung dari pengerjaannya (pengerjaan awal atau akhir), kekerasan dan bentuk benda kerjanya, ingсутan itu harus dapat diatur. Arah gerak dari ingсутan itu harus dapat dibalikkan dan ingсутan itu harus dapat dijalankan dan diberhentikan sewaktu pengerjaan. Pengaturan dan pembalikan ingсутan biasanya hanya mungkin, bila mesinnya berhenti.

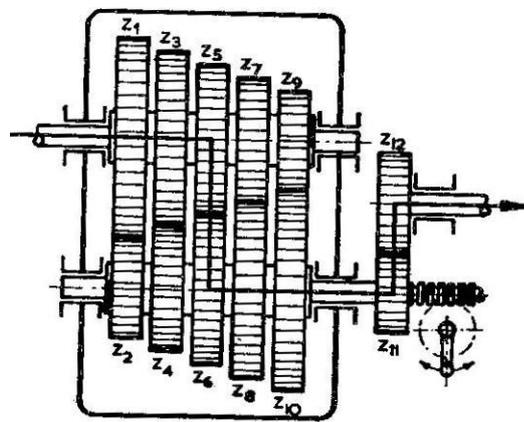
Untuk gerak ingсутan yang lurus, meja atau eretan pahatnya dipindahkan dengan bantuan sebuah batang sekrup dan mur, roda gigi dengan batang gigi atau cacing dengan batang gigi. Pada ingсутan putar yang tidak banyak didapat (memfrais bulat dan menusuk), gerak dari meja putarnya diperoleh dengan bantuan roda gigi cacing.

Alat – alat perkakas dengan gerak utama yang berputar biasanya bekerja dengan ingсутan yang tidak terputus – putus. Mesin – mesin dengan gerak utama yang lurus, ingсутannya berjalan periodik, yang hanya berkerja pada saat langkah kembali.

2.4.2 Ingsutan Yang Tidak Terputus – Putus

2.4.2.1 Pengaturan Ingsutan

Penggerakan mekanisme insutan hanya terjadi dengan bantuan roda – roda gigi dan roda – roda rantai. Meskipun untuk pengaturan insutan itu dipakai juga roda – roda geser dan roda – roda penghubung, pada akhirnya biasanya kita mempergunakan mekanisme – mekanisme pengatur yang dirancang khusus untuk lemari – lemari insut. Oleh karena gaya – gayanya yang dipindahkan itu kecil, maka konstruksinya lebih ringan dan lebih sederhana daripada penggerakannya. Salah satu dari mekanisme – mekanisme pengatur itu ialah lemari pasak tarik.

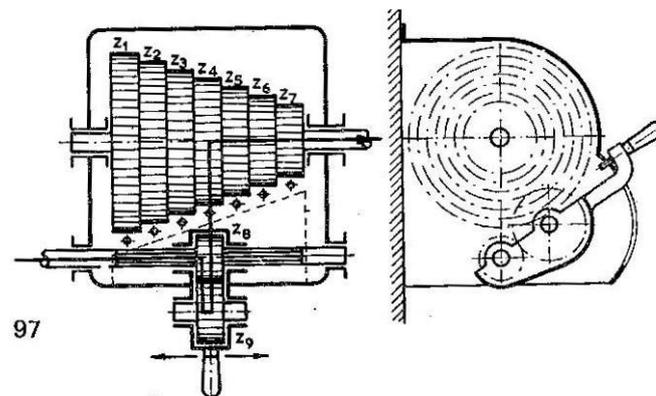


Gambar 2.34. Lemari pasak tarik

Dengan lemari pasak tarik yang ditunjukkan pada gambar 2.34. dapat dihubungkan lima insutan yang berbeda. Pada poros atas dipasang lima buah roda gigi dengan pasak. Roda – roda gigi dari poros bawah dapat berputar bebas, selama tidak dihubungkan oleh pasak tarik dengan poros bawah. Pasak tarik yang memegas, berada di dalam alur pasak yang panjang, dapat ditarik dari roda gigi yang satu ke dalam roda gigi yang lain, dengan memutar engkolnya. Untuk menghindarkan hubungan dua buah roda gigi secara bersama – sama, antara roda – roda gigi itu dipasang cincin – cincin, sehingga pasak tariknya tertekan ke bawah pada saat menggeser.

Mekanisme pengatur lain yang banyak dijumpai, ialah lemari Norton (gambar 2.35.). Pada lemari Norton itu, deretan roda – roda gigi bawahnya diganti dengan

sebuah roda gigi geser. Untuk dapat menjembatani jarak poros antara roda – roda giginya, dipasang sebuah roda gigi yang dapat dibelokkan.



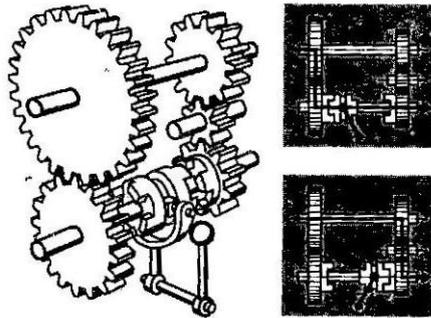
Gambar 2.35. Lemari Norton

Ingsutannya diubah dengan menggeserkan sengkang yang berbelok ke bawah dengan roda geser dan roda perantara. Bila sengkang itu diangkat lagi ke atas, ia berada tetap di tempatnya, dengan bantuan sebuah pen yang memegas yang masuk ke dalam lubang yang cocok dari lemarinya.

Keuntungan dari lemari Norton itu ialah, bahwa jumlah roda gigi tiap insutan lebih kecil. Di samping itu sebuah lemari pasak tarik mempunyai keuntungan, bahwa ia sama sekali tertutup.

2.4.2.2 Pembalikan Ingsutan

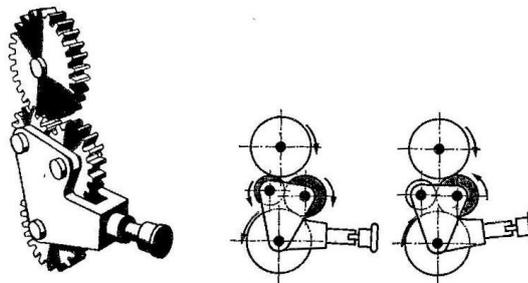
Pada berbagai alat – alat perkakas adalah perlu, bahwa arah gerak dari insutan itu dapat dibalikkan. Pada gambar 2.36. digambarkan sebuah mekanisme dimana pembalikan insutan itu terjadi dengan penggeseran kopling pencekam.



Gambar 2.36. Pembalikan insutuan oleh kopleng cakar

Pada poros pemutar (paling atas) dipasang kukuh dua buah roda gigi dengan pasak. Pada poros yang diputar (paling bawah) dipasang dua buah roda gigi yang dapat berputar bebas. Tabung penghubungnya tidak dapat berputar terhadap poros yang diputar itu, tetapi dapat menggeser.

Penggerakan koplengnya dilakukan oleh pasangan roda gigi kiri tanpa roda perantara, atau oleh pasangan roda gigi kanan dengan roda perantara. Dengan pilihan jumlah gigi yang tepat, insutannya sama untuk kedua arah. Mekanisme pembalik lainnya ialah gunting pembalik (gambar 2.37.).



Gambar 2.37. Gunting Pembalik

Mekanisme ini banyak diterapkan pada mesin – mesin bubut. Dengan membalikkan guntingnya, roda gigi yang diputar digerakkan melalui satu atau dua buah roda sesuai pilihan. Mekanisme ini tidak lebar, sebab semua roda giginya terletak dalam satu bidang.

2.5 Perhitungan Umum Pada Mesin Bubut

2.5.1 Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan atau insutuan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman penyayat, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Besarnya kecepatan pemakanan (f_r) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut atau gerak pemakanan (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (N) dalam satuan putaran/menit. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (f_r) adalah:

$$f_r = f \times N \text{ (mm/menit)} \quad \dots^7$$

Dimana,

f = Gerak pemakanan (mm/putaran)

N = Kecepatan putaran mesin (Rpm)

f_r = Kecepatan Pemakanan (mm/menit)

2.5.2 Kecepatan Potong

Kecepatan potong (v) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau feet/menit).

Untuk bahan-bahan khusus/spesial, tabel kecepatan potong nya dikeluarkan oleh pabrik pembuat bahan tersebut. Pada tabel kecepatan potong⁸ juga disertakan jenis bahan alat potongnya. Pada umumnya, bahan alat potong dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu HSS (*High Speed Steel*) dan karbida (*carbide*). Pada tabel tersebut

⁷Mikell P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing*, 3rd Edition, John Wiley & Sons inc., Hoboken, United States of America, 2007, hal 509

⁸Teknik Pemesinan Bubut 1, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, 2013, hal 119

menunjukkan bahwa dengan alat potong yang bahannya karbida, kecepatan potongnya lebih cepat jika dibandingkan dengan alat potong HSS pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Kecepatan potong bahan

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit
Baja Lunak	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang	14 – 71	45 – 55	45 – 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 – 150	300 – 500	90 – 180	b.– 600

Sumber : Teknik Pemesinan Bubut 1, 2013

2.5.3 Kecepatan PutaranMesin

Proses pembubutan akan menghasilkan hasil yang maksimum bila parameternya diperhatikan, salah satunya kecepatan putar mesin (Rpm). Kecepatan putar mesin tergantung dari diameter dan jenis bahan. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$$N = \frac{v}{\pi \times D_o} (Rpm) \quad \dots^9$$

Dimana,

N = Kecepatan putaranmesin (Rpm)

v = Kecepatan potong (m/menit)

D_o = Diameter awal pemakanan (mm)

Nilai v tergantung dari tabel Kecepatan potong bahan.

2.5.4 Waktu Pemesinan Bubut Rata

Perhitungan waktu pemesinan bubut rata (T_m) dapat dihitung dengan rumus :

⁹Mikell P. Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing, 3rd Edition, John Wiley & Sons inc., Hoboken, United States of America, 2007, hal 509

$$T_m = \frac{L}{f_r} (\text{menit}) \quad \dots^{10}$$

Dimana,

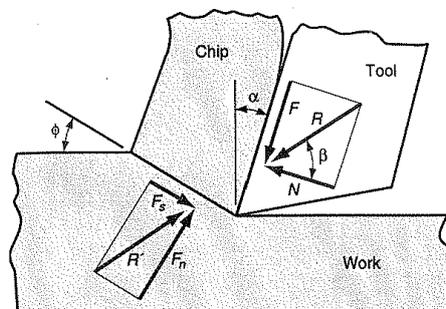
f_r = Kecepatan pemakanan(mm/menit)

T_m = Waktu pemesinan bubut rata (menit)

2.6 Pemotongan Logam

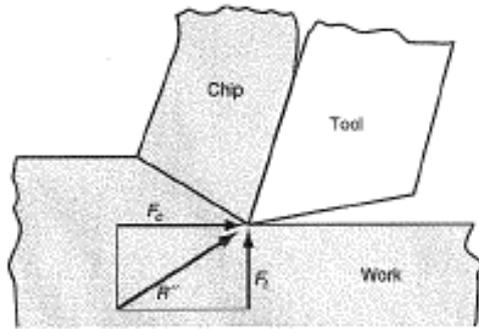
2.6.1 Pengantar

Pemotongan logam adalah proses yang sangat penting pada proses *machining* khususnya pada mesin bubut. Pada proses pemotongan logam model orthogonal (tegak lurus) ini juga tentunya ada beberapa gaya yang bekerja diantaranya : gaya geser atau *shear forces* (F_s), gaya dorong atau *thrust forces* (F_t), gaya normal yang bekerja pada *chip* (F_n), gaya normal pada alat potong (N), gaya gesek atau *friction forces* (F) serta gaya potong atau *cutting forces* (F_c).



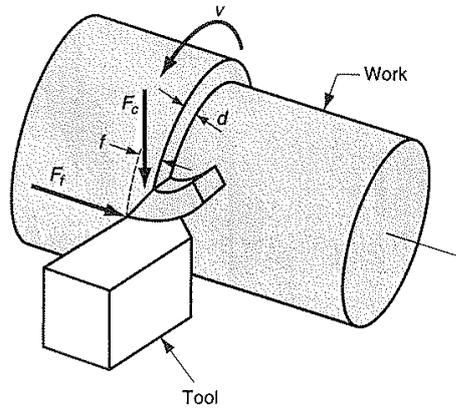
Gambar 2.38. Gaya yang bekerja pada *chip*

¹⁰Ibid, hal 509

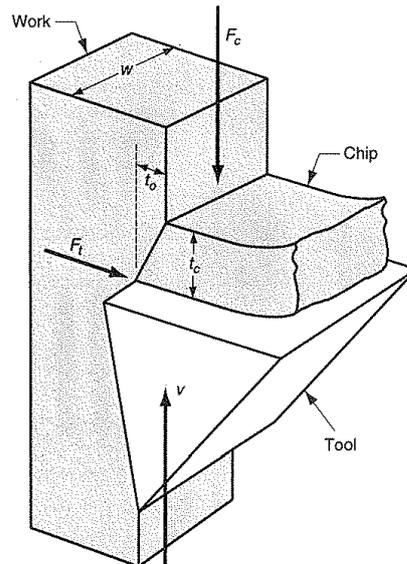


Gambar 2.39. Gaya yang bekerja pada alat potong

Model ortogonal dapat digunakan untuk perkiraan atau ilustrasi proses pembubutan dan proses pemesinan lainnya pada titik tertentu selama gerak pemakanan (f) pada pemotongan ini relatif kecil untuk kedalaman potong. Sehingga sebagian pemotongan akan berlangsung dalam arah pemakanan dan pemotongan pada titik ini akan diabaikan.



Gambar 2.40. Ilustrasi pemotongan logam



Gambar 2.41. Pemotongan logam *modelorthogonal*

2.6.2 Gaya – Gaya Yang Bekerja

Seperti yang telah dijelaskan pada pengantar proses pemotongan logam, terdapat beberapa gaya yang bekerja, baik pada *chip* maupun alat potong. Berikut adalah gaya – gaya tersebut :

1. Gaya potong (*cutting forces*)

Gaya potong yang terjadi dalam mesin bubut ialah gaya yang terjadi karena adanya pergerakan antara pahat yang menyayat benda kerja sehingga terjadilah perpotongan. Besarnya gaya potong dituliskan dalam rumus :

$$F_c = \frac{F_s \cos (\beta - \alpha)}{\cos (\phi + \beta - \alpha)} (N) \quad \dots^{11}$$

Dimana,

F_c = gaya potong(N)

F_s = gaya geser (N)

β = sudut gesek

¹¹Mikell P. Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing, 3rd Edition, John Wiley & Sons inc., Hoboken, United States of America, 2007, hal 493

α = sudut tatal

ϕ = sudut geser

2. Gaya dorong (*Thrust Force*)

Gaya dorong (F_t) ialah gaya karena adanya benda atau bidang yang tegak lurus. Dalam hal ini gaya dorong terjadi antara pahat dan benda kerja. Besarnya gaya dorong dituliskan :

$$F_t = \frac{F_s \sin(\beta - \alpha)}{\cos(\phi + \beta - \alpha)} (N) \quad \dots^{12}$$

3. Gaya geser (*Shear Forces*)

Besarnya gaya geser (F_s) dituliskan dengan rumus :

$$F_s = \tau \times A_s (N) \quad \dots^{13}$$

Dimana,

F_s = Gaya geser (N)

τ = Tegangan geser bahan yang diijinkan (N/mm²)

A_s = Luas Penampang geser (mm²)

4. Gaya normal pada alat potong (N)

Besarnya gaya normal pada alat potong dituliskan dengan dengan rumus :

$$N = F_c \sin \alpha - F_t \cos \alpha (N) \quad \dots^{14}$$

5. Gaya normal pada *chip* (F_n)

Besarnya gaya normal pada *chip* dituliskan dengan rumus :

$$F_n = F_c \sin \phi - F_t \cos \phi (N) \quad \dots^{15}$$

¹²Ibid, hal 493

¹³Ibid, hal 491

¹⁴ Mikell P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing*, 3rd Edition, John Wiley & Sons inc., Hoboken, United States of America, 2007, hal 492

¹⁵ Ibid, hal 492

2.6.3 Perhitungan

Pada proses pemotongan logam ada beberapa perhitungan – perhitungan penting selain gaya yang bekerja, diantaranya :

1. Rasio tebal *chip*

$$r = \frac{t_o}{t_c} \dots^{16}$$

Dimana,

r = rasio tebal *chip* (mm)

t_o = tebal *chip* sebelum dipotong (mm)

t_c = tebal *chip* setelah dipotong (mm)

2. Sudut tatal (*Rake angle*)

Besar sudut tatal untuk pahat rata kanan berkisar antara $12^\circ - 20^\circ \dots^{17}$

3. Sudut bidang geser (*Shear plane angle*)

$$\tan \phi = \frac{r \cos \alpha}{1 - r \sin \alpha} \dots^{18}$$

Dimana,

ϕ = sudut geser

r = rasio tebal *chip* (mm)

α = sudut tatal

4. Sudut gesek (*Friction angle*)

$$\beta = 2 \times 45 + \alpha - 2 \phi \dots^{19}$$

¹⁶Ibid, hal 487

¹⁷Teknik Pemesinan Bubut 1, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, 2013, hal 87

¹⁸Mikell P. Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing, 3rd Edition, John Wiley & Sons inc., Hoboken, United States of America, 2007, hal 487

¹⁹Ibid, hal 493

Dimana,

β = sudut gesek

α = sudut total

\emptyset = sudut geser

5. Luas penampang geser (*Shear plane area*)

$$A_s = \frac{t_o \times w}{\sin \emptyset} (\text{mm}^2) \quad \dots^{20}$$

Dimana,

A_s = luas penampang geser (mm^2)

t_o = tebal *chip* sebelum dipotong (mm)

w = *width of cut* (mm)

\emptyset = sudut geser

6. Perhitungan Daya Pemotongan (P_c)

$$P_c = F_c \times v \text{ (Watt)} \quad \dots^{21}$$

Dimana,

P_c = Daya pemotongan (W)

F_c = Gaya potong (N)

v = Kecepatan potong bahan (m/menit)

²⁰Ibid, hal 491

²¹ Mikell P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing*, 3rd Edition, John Wiley & Sons inc., Hoboken, United States of America, 2007, hal. 496

7. Perhitungan daya kotor (P_g)

$$P_g = \frac{P_c}{E} \text{ (Watt)} \quad \dots^{22}$$

Dimana,

P_g = Daya kotor (W)

P_c = Daya pemotongan (W)

E = Efisiensi mesin perkakas