

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Dalam pembuatan suatu produk teknik diperlukan pemahaman atas teori-teori proses produksi apa saja yang mungkin diperlukan dalam proses pembuatannya. Teori-teori Proses produksi bisa berupa pembubutan, *milling/frais*, pengelasan dan yang lainnya. Pengetahuan dan pemahaman atas teori-teori yang ada pada proses produksi dapat membantu jalannya pembuatan suatu produk serta mempengaruhi hasil akhir produk.

#### **2.1. Traktor**

Traktor adalah kendaraan yang didesain untuk keperluan fraksi tinggi pada kecepatan rendah, atau untuk menarik trailer atau instrumen yang digunakan dalam pertanian atau konstruksi.

Traktor dapat digunakan sebagai sumber tenaga untuk menunjang operasi pertanian yang efektif, baik tenaga, waktu maupun biaya, sehingga dapat meningkatkan kapasitas kerja, mengurangi biaya produksi, meningkatkan hasil pertanian serta mengurangi kelelahan dan kebosanan dalam bekerja.

##### **2.1.1. Traktor Dua Roda**

Traktor dua roda sering disebut juga sebagai traktor tangan atau hand traktor yang mana traktor tangan ini menggunakan motor satu silinder dengan daya 5-15 hp.

Kerangka pada traktor tanagan berperan sebagai tempat kedudukan motor penggerak , unit transmisi dan bagian traktor lainnya. daya pada motor penggerak disalurkan melalui putaran poros engkol kekopling utama melalui sabuk V. kopling utama meneruskan daya tersebut kesusunan roda gigi transmisi untuk menggerakkan poros roda dan poros rotary. Disamping untuk menyalurkan daya, unit transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan traktor.



Gambar 2.1. Traktor Dua Roda  
(ptkubota.co.id)

#### 2.1.2. Komponen Utama Traktor Dua Roda

Bagian-bagian utama traktor tangan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

a. Tenaga penggerak motor.

Jenis tenaga penggerak yang sering dipakai adalah motor diesel, tetapi ada juga yang menggunakan motor bensin atau minyak tanah (kerosin). Daya yang dihasilkan kurang dari 12 Hp, dengan menggunakan satu silinder. Motor penggerak dipasang pada kerangka dengan empat buah baut pengencang. Lubang baut pada kerangka dibuat memanjang agar posisi motor dapat digerakkan maju mundur. Tujuannya untuk memperoleh keseimbangan traktor dan untuk menyesuaikan ukuran v-belt yang digunakan. Traktor akan lebih berat ke depan apabila posisi motor digeser maju, begitu juga sebaliknya. Untuk menghidupkan motor diesel digunakan engkol, sedangkan untuk motor bensin dan minyak tanah menggunakan tali starter.

b. Kerangka dan transmisi (penerus tenaga)

Kerangka berfungsi sebagai tempat kedudukan motor penggerak, transmisi dan bagian traktor lainnya. Bagian traktor dikaitkan dengan kerangka dengan menggunakan beberapa buah baut pengencang. Transmisi berfungsi memindahkan tenaga/putaran dari motor penggerak ke alat lain yang bergerak. Jenis transmisi yang digunakan ada beberapa macam, seperti : pully, belt, kopling, gigi persneleng, rantai dan sebagainya.

Ada tiga jenis roda yang digunakan pada traktor tangan, yaitu; roda ban, roda besi, roda apung (roda sangkar/cage wheel). Roda ban berfungsi untuk transportasi dan mengolah tanah kering. Bentuk permukaan roda ban beralur agak dalam untuk mencegah slip. Roda ban dapat meredam getaran, sehingga tidak merusak jalan. Roda besi digunakan untuk pembajakan di lahan kering. Sirip pada roda besi akan menancap ke tanah, sehingga akan mengurangi terjadinya slip pada saat menarik beban berat. Roda apung digunakan pada saat pengolahan tanah basah. Roda apung ini ada yang lebar, ada juga yang diameternya besar, sehingga dapat menahan beban traktor agar tidak tenggelam dalam lumpur. Ukuran roda disesuaikan dengan spesifikasi traktor. Besar kecilnya roda akan berpengaruh terhadap lajunya traktor.

c. Tuas kendali/kontrol

Tuas kendali adalah tuas-tuas yang digunakan untuk mengendalikan jalannya traktor. Untuk mempermudah jalannya operasional, traktor tangan ada banyak tuas kendali.

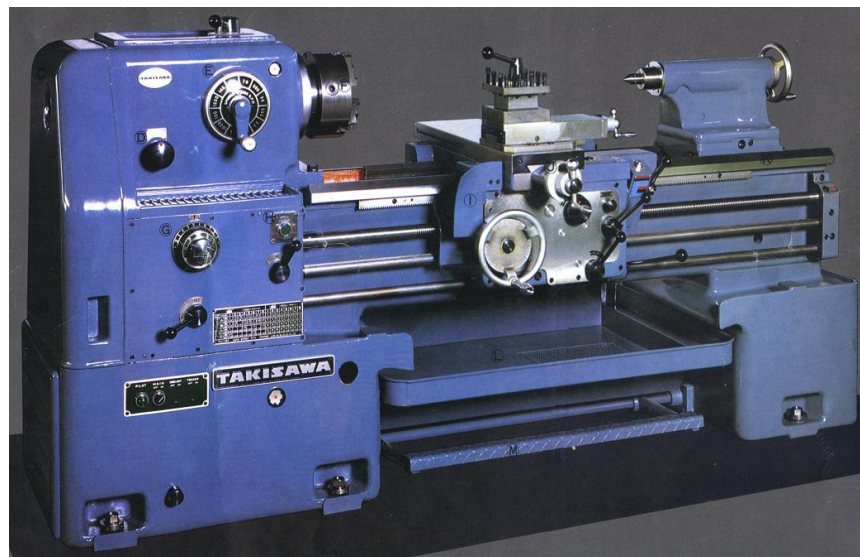
### 2.1.3. Jenis Alat Bantu Traktor Dua Roda

Adapun alat-alat bantu pada traktor dua roda adalah sebagai berikut :

- a. Unit roda.
  - i. Roda ban
  - ii. Roda pengatur kedalaman bajakan
  - iii. Roda besi
  - iv. Roda apung
- b. Unit equipment atau peralatan lainnya
  - i. Bajak singkal
  - ii. Bajak rotary

## 2.2. Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu *metal cutting machine* dengan gerak utama berputar. Prinsip kerjanya adalah benda kerja dicekam oleh *chuck* dan berputar sedangkan pahat potong bergerak maju untuk melakukan pemotongan dan pemakanan. Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut.



Gambar 2.2. Mesin Bubut

(<http://www.lathes.co.uk/takisawa/>)

### 2.2.1. Komponen – Komponen Utama Mesin Bubut

#### a. Kepala Tetap (*Headstock*)

Kepala tetap terletak pada bagian sebelah kiri mesin bubut. Pada bagian ini terdapat spindel yang berfungsi untuk memutar benda kerja. Pada bagian headstock juga terdapat tuas – tuas yang berguna untuk mengatur kecepatan putar spindel.

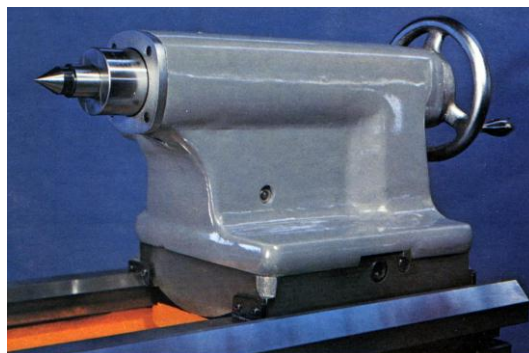


Gambar 2.3. Kepala Tetap

(<http://www.lathes.co.uk/takisawa/>)

#### b. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas terletak pada bagian sebelah kanan mesin bubut. Kepala lepas berfungsi untuk menjaga benda kerja tetap pada posisi center, untuk menghindari benda kerja bengkok pada saat proses pembubutan, misalnya pada pekerjaan pembubutan As dan kepala lepas juga dapat dipasangi mata bor untuk pekerjaan pengeboran.

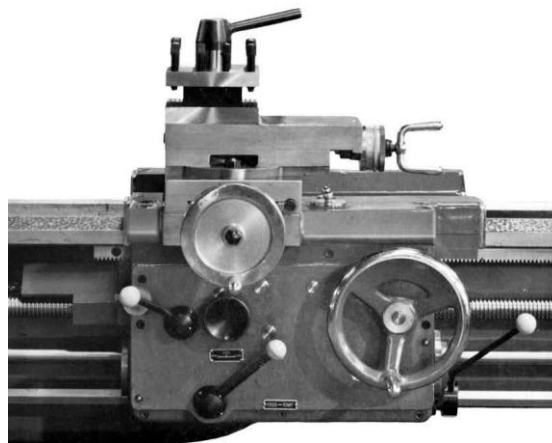


Gambar 2.4. Kepala Lepas

(<http://www.lathes.co.uk/takisawa/>)

c. Eretan (*Carriage*)

*Carriage* merupakan penopang dan pembawa pahat bubut. Pada *Carriage* terdapat eretan melintang dan eretan kombinasi yang berguna untuk mengatur gerak dan posisi pahat. Pada *carriage* juga terdapat *tool holder* dan juga tuas yang dapat menggerakkan *carriage* secara manual maupun otomatis.

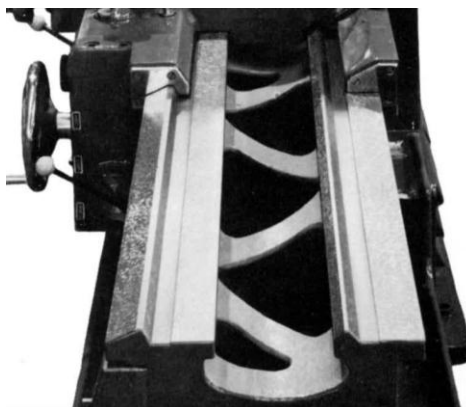


Gambar 2.5. *Carriage*

(<http://www.lathes.co.uk/takisawa/>)

d. Meja Mesin (*Lathe Bed*)

*Lathe bed* merupakan kerangka mesin bubut. Di bagian atasnya terdapat kepala lepas dan *carriage*.



Gambar 2.6. Meja Mesin

(<http://www.lathes.co.uk/takisawa/>)

### 2.2.2. Parameter Proses Bubut

Dalam proses pembubutan terdapat elemen dasar proses bubut yang dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dari gambar kerja. kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut :

a. Benda Kerja :

$$d_o = \text{diameter mula (mm)}$$

$$d_m = \text{diameter akhir (mm)}$$

$$l_t = \text{panjang pemesinan (mm)}$$

b. Pahat :

$$\alpha_r = \text{sudut potong utama } (^{\circ})$$

$$\gamma_o = \text{sudut geram } (^{\circ})$$

c. Mesin Bubut :

$$a = \text{kedalaman potong (mm)}$$

$$f = \text{gerak makan (mm/r)}$$

$$n = \text{putaran poros utama (rpm)}$$

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut :

a. Kecepatan Potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana, d = diameter rata-rata, yaitu :

$$\frac{d_o + d_m}{2} = d \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2.2)$$

b. Kecepatan Makan :

$$v_f = f \cdot n \text{ (m/min)} \dots\dots\dots(2.3)$$

c. Kedalaman Potong :

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} = d \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2.4)$$

d. Waktu Pemotongan :

$$t_c = l_t / v_f \text{ (min)} \dots\dots\dots(2.5)$$

e. Kecepatan penghasilan geram :  $Z = A.V$  dimana, penampang geram sebelum terpotong  $A = F.a$  ( $mm^3$ ), maka :

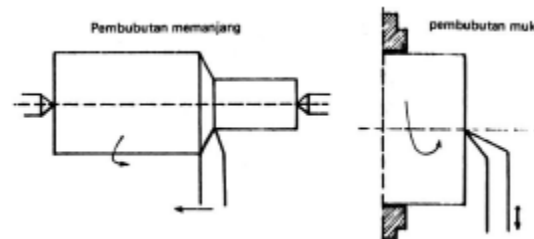
$$Z = f.a.v$$
 ( $cm^3/min$ ).....(2.6)

### 2.2.3. Macam Pembubutan

Jenis-jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan mesin bubut antara lain :

#### a. Membubut Lurus

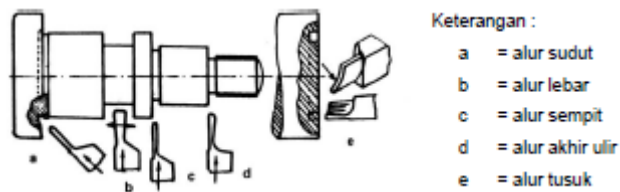
Ada dua cara membubut lurus, yaitu pembubutan memanjang (sejajar benda kerja) dan pembubutan permukaan rata (*facing*) untuk menghasilkan pembubutan permukaan datar pada benda kerja.



Gambar 2.7. Membubut Lurus  
(Suharno, 2013)

#### b. Membubut Alur

Untuk membuat alur, digunakan pahat bubut pengalur. Pahat ini berbentuk lurus, bengkok, berjenjang ke kanan atau kekiri. Bentuk-bentuk pahat ini antara lain :

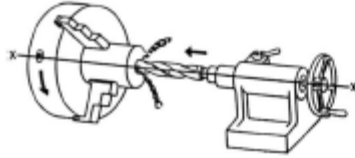


Gambar 2.8. Membubut Alur  
(Suharno, 2013)



c. Mengebor

Pembubutan ini digunakan untuk pembubutan lubang pada benda kerja.



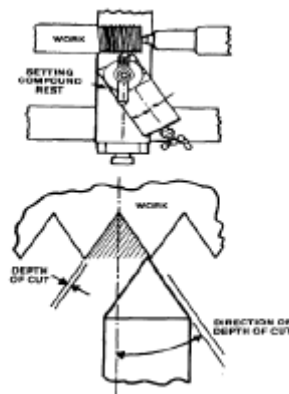
Gambar 2.9. Mengebor  
(Suharno, 2013)

d. Membubut Dalam

Pembubutan ini digunakan untuk memperbesar lubang pada benda kerja.

e. Membuat Ulir

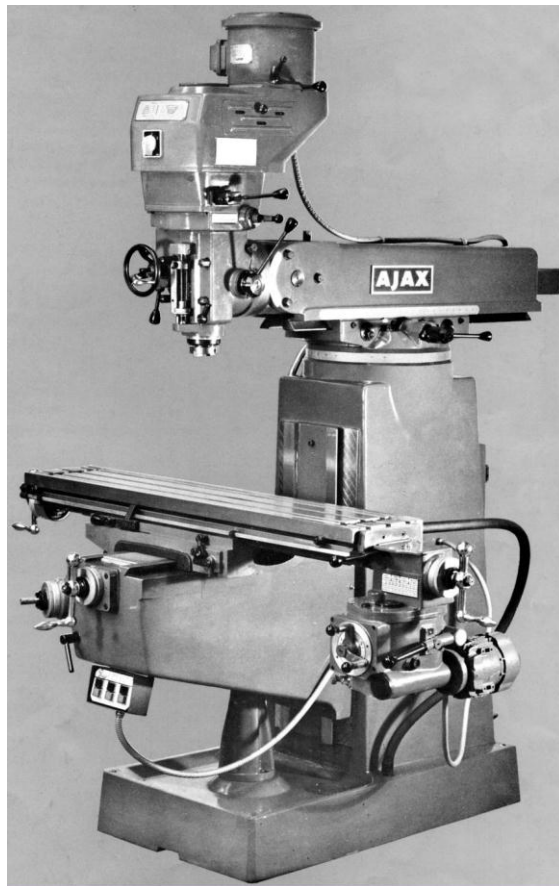
Membuat ulir menggunakan pahat khusus seperti : pahat ulir segitiga, segi empat, trapesium, bulat, dan bentuk lainnya. Pekerjaan ini dapat membuat ulir dalam maupun ulir luar pada benda kerja.



Gambar 2.10. Membubut Ulir  
(Wijanarka, 2012)

### 2.3. Mesin Frais

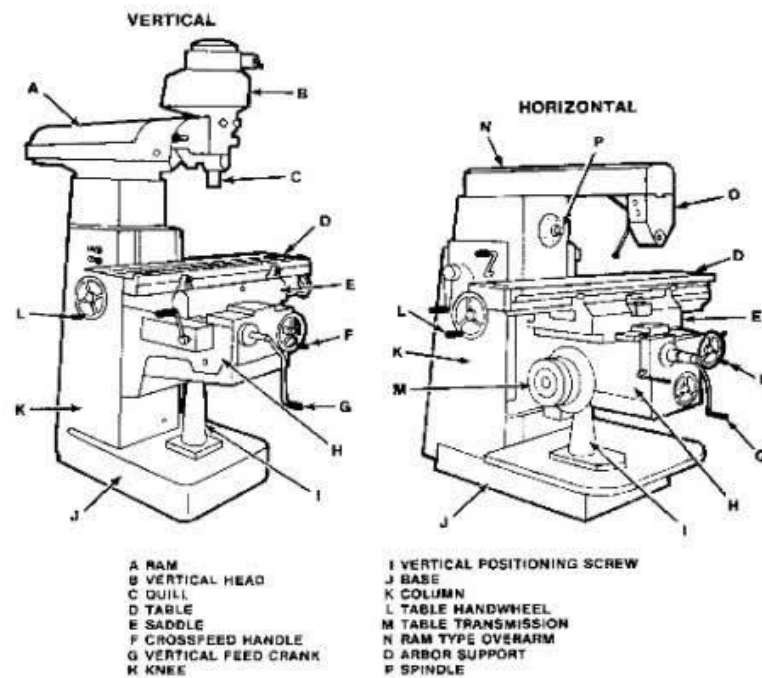
Mesin frais adalah mesin perkakas yang gerak utamanya adalah berputar. Mesin frais mampu mengerjakan pemakanan permukaan dan sisi tegak. Pada mesin frais vertikal sumbu utama spindelnya tegak lurus dengan meja mesin.



Gambar 2.11. Mesin frais

(<http://www.lathes.co.uk/ajaxmillers/>)

### 2.3.1. Komponen-Komponen Mesin Frais



Gambar 2.12. Bagian-bagian mesin frais

(<http://fadlybachtiar.blogspot.com>, 2011)

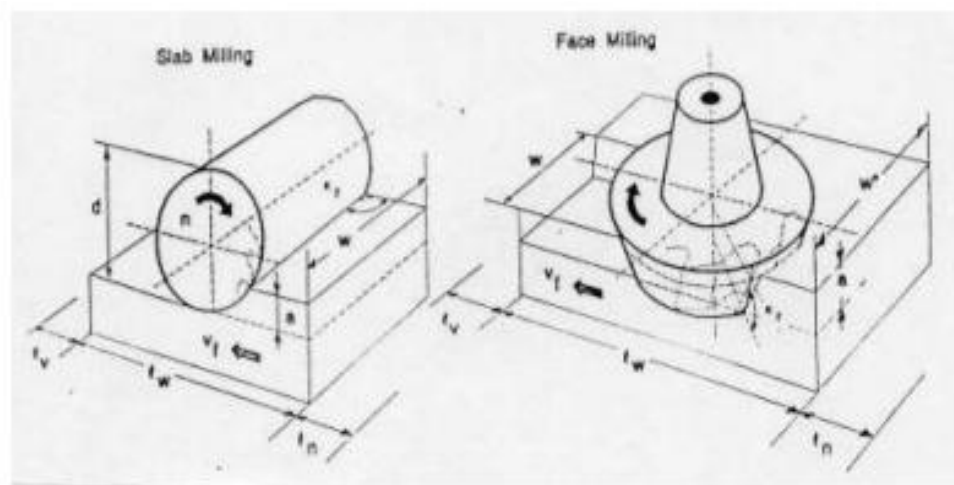
Keterangan :

- *Column* (Tiang) merupakan tempat spindle terpasang, didalamnya terdapat gigi sistem transmisi penggerak spindle.
- *Knee* di atasnya terpasang *saddle*, knee terpasang pada peluncur yang ada pada column. Knee dapat digeserkan naik dan turun pada column.
- *Saddle*. Saddle terpasang pada peluncur yang ada pada knee, sehingga saddle dapat digeserkan pada knee untuk melakukan gerakan melintang dari meja.
- Meja. Tempat dimana benda kerja dipasang dengan penjepit. Meja terpasang di atas peluncur dari saddle, sehingga bisa digeser-geser.

- *Over Arm* terpasang pada knee dan dapat digerakkan maju dan mundur, untuk mengatur panjang lengan sesuai ukuran benda kerja yang difrais.
- *Arbor* adalah tempat perkakas frais dipasang. Arbor terpasang pada spindel sehingga ikut berputar bersama spindel.
- *Spindel* utama. Dipasang didalam knee, berfungsi sebagai pemutar perkakas frais/ alat potong.

### 2.3.2. Parameter Pemotongan

Parameter pemotongan diperlukan agar proses produksi berjalan sesuai dengan perencanaan. Parameter pemotongan antara lain : kecepatan potong, putaran spindel, dalam pemakanan, gerak makan bergigi, kecepatan penghasilan geram dan waktu pemesinan.



Gambar 2.13. Parameter pemotongan  
(Tim Fakultas Teknik UNY, 2005)

Keterangan :

Benda kerja :

W : lebar pemotongan (mm)

l<sub>w</sub> : panjang pemotongan (mm)

a : kedalaman pemotongan (mm)

Pahat Frais :

d : diameter luar (mm)

z : jumlah gigi

kr : sudut potong utama

Mesin Frais :

n : putaran poros utama (putaran/menit)

vf : kecepatan makan (mm/put)

#### a. Kecepatan Potong

untuk menentukan kecepatan potong ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan antara lain :

- Material benda kerja
- Material pisau frais
- Diameter pisau
- Kehalusan permukaan yang diinginkan
- Dalam pemakanan/pemotongan

Persamaan untuk cutting speed :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

*v*: cutting speed

*d*: diameter pisau

*n*: putaran spindel utama

#### b. Putaran Pisau

faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan putaran pisau mesin frais antara lain :

- Material yang akan di frais
- Bahan pisau frais
- Diameter frais

c. Feed

feed merupakan gerak makan pisau frais terhadap benda kerja. Faktor –faktor yang perlu diperhatikan antara lain :

- Dalam pemakanan
- Material benda kerja
- Tipe permukaan finishing yang diinginkan
- Tipe pisau frais

d. Dalam Pemotongan

dalam pemotongan pada mesin frais tergantung pada jenis pemakanan yang dilakukan. Pemakanan dalam proses frais antara lain pemakanan kasar dan pemakanan halus (finishing). pemakanan kasar bertujuan untuk memotong benda kerja sesuai dengan yang direncanakan, sedangkan pemakanan halus berfungsi untuk proses finishing benda kerja.

e. Gerak Makan Per Gigi (fz)

gerak makan pergigi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$fz = vf/z.n \text{ (mm/gigi) .....(2.8)}$$

f. Waktu Pemotongan/Pemakanan

waktu pemotongan dapat dihitung dari permaan berikut :

$$tc = lt/vf \text{ (min) .....(2.9)}$$

Keterangan :

$$lt = lv + lw + ln \text{ (mm)}$$

$lv = 1$  , untuk mengefrais datar

$lv \geq 0$  untuk mengefrais tegak

$lv \geq 0$  untuk mengefrais datar

$ln \approx d/2$  untuk mengefrais tegak

g. Kecepatan Penghasil Geram

kecepatan penghasil geram dapat dihitung dengan permaan berikut :

$$Z = (vf.a.w)/1000 \text{ cm}^3 / \text{min} \dots\dots\dots(2.10)$$

**2.4. Mesin Sekrap**

Mesin sekrap merupakan mesin perkakas dengan gerakan utama lurus bolak-balik secara vertikal atau horizontal. Pengerjaan sekrap pada benda kerja dapat dilakukan dengan posisi datar, tegak, maupun miring. Prinsip kerja mesin sekrap adalah benda kerja dalam keadaan diam dijepit pada ragum kemudian pahat bergerak lurus bolak-balik atau maju mundur untuk melakukan penyayatan/pemakanan.

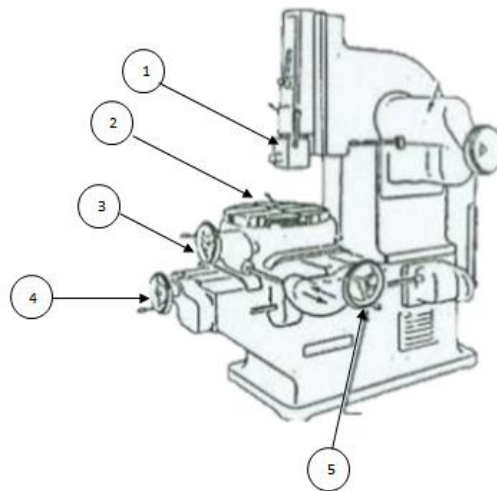
2.4.1. Mesin Sekrap Vertikal

Mesin sekrap vertikal biasanya digunakan pada pemotongan dalam, menyerut dan bersudut serta untuk pekerjaan sekrap pada permukaan-permukaan yang sulit dijangkau. Gerakan pahat dari mesin sekrap vertikal adalah naik turun secara vertikal.



Gambar 2.14. Mesin Sekrap Vertikal  
(<http://mesinfiles.blogspot.com>,2014)

#### 2.4.2. Komponen-Komponen Utama Mesin Sekrap



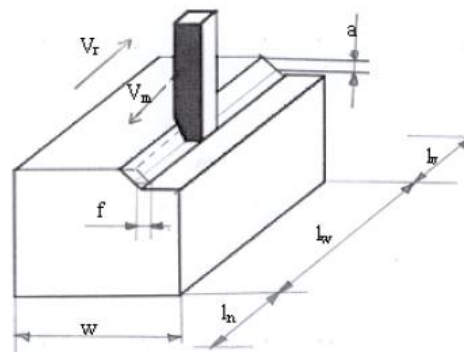
Gambar 2.15. Komponen-Komponen Utama Mesin Sekrap  
(<http://www.slideshare.net>, 2013)

Keterangan :

1. *tool holder*
2. *rotating table*
3. *table rotation*
4. *transverse feed*
5. *longitudinal feed*

#### 2.4.3. Elemen Dasar Proses Sekrap

Elemen pemesinan mesin sekrap dapat dihitung dengan rumus yang hampir sama dengan pemesinan yang lain.



Gambar 2.16. Parameter Pemotongan  
(<https://kunaugust.wordpress.com>, 2012)



Keterangan :

- f = Gerak Makan (mm/langkah)
- a = Kedalaman Potong (mm)
- $n_p$  = Jumlah Langkah Per Menit (langkah/menit)
- $R_s$  = Perbandingan Kecepatan ( $v_m/v_r$ ) < 1
- $v_m$  = Kecepatan Maju
- $v_r$  = Kecepatan Mundur
- $l_w$  = Panjang Pemotongan pada Benda Kerja (mm)
- $l_v$  = Langkah Pengawalan (mm)
- $l_n$  = Langkah Pengakhiran (mm)

a. Kecepatan Potong Rata-Rata :

$$v = \frac{n_p \times l_t \times (1 + R_s)}{2 \times 1000} \text{ (mm/menit) } \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

$$l_t = l_v + l_w + l_n \dots\dots\dots(2.12)$$

b. Kecepatan Makan :

$$v_f = f \times n_p \text{ (mm/langkah) } \dots\dots\dots(2.13)$$

c. Waktu Pemotongan

$$t_c = \frac{w}{v_f} \text{ (menit) } \dots\dots\dots(2.14)$$

d. Kecepatan Penghasilan Geram

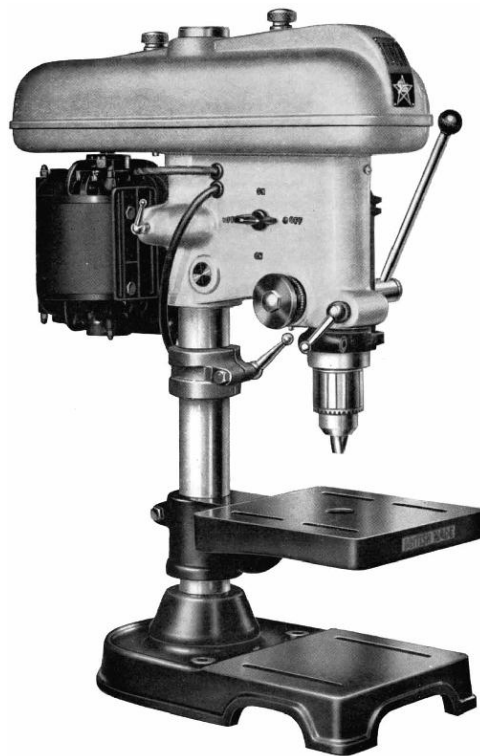
$$Z = a \times f \times v \text{ (cm}^3 \text{ /menit) } \dots\dots\dots(2.15)$$

## 2.5. Mesin Gurdi (*Drilling Machine*)

Mesin gurdi merupakan suatu mesin yang gerakannya dengan memutar mata bor yang arah gerakannya terbatas yaitu gerak turun dan gerak naik.

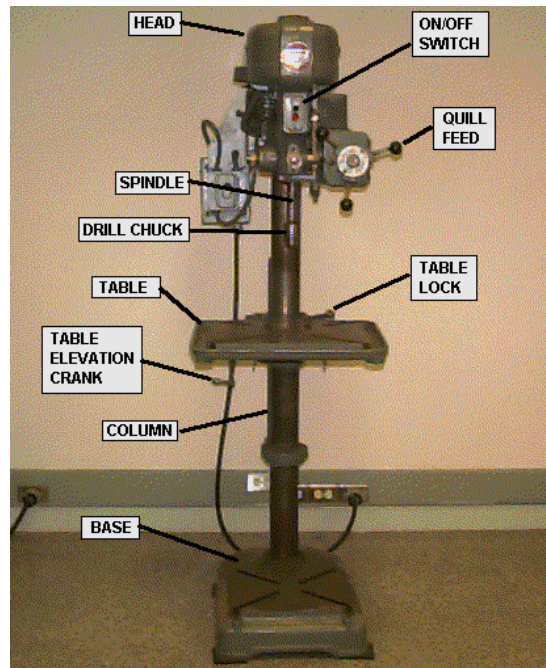
### 2.5.1. Mesin Gurdi Meja

Mesin gurdi meja merupakan mesin yang digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja dengan diameter kecil. Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran dari motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Kemudian poros memutar mata bor untuk melakukan pengeboran pada benda kerja.



Gambar 2.17. Mesin Gurdi Meja  
(<http://www.lathes.co.uk/fobco/>)

### 2.5.2. Komponen-Komponen Utama Mesin Gurdi Meja



Gambar 2.18. Komponen-Komponen Mesin Gurdi Meja  
(<http://riantolimbong.blogspot.com>, 2013)

a. Base (dudukan)

Base terletak paling bawah dan menempel ke lantai biasanya dibaut. Base merupakan bagian dari mesin bor meja yang berfungsi sebagai penopang seluruh komponen mesin bor.

b. Tiang (*Column*)

Tiang merupakan bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran.

c. Meja

Berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor. Meja kerja dapat digerakkan secara vertikal naik dan turun.

d. *Spindel*

Bagian yang berfungsi menggerakkan chuck atau pengecam, yang mencekam mata bor.

e. Mata Bor

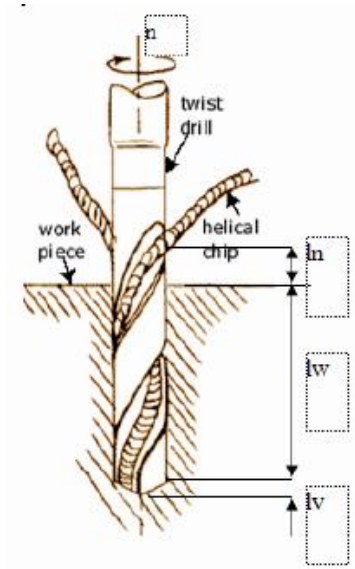
Merupakan alat potong pada mesin bor untuk melubangi benda kerja.

f. *Drill Free Handle*

*Handle* yang berfungsi untuk menurunkan atau menekankan *spindle* dan mata bor ke benda kerja.

2.5.3. Elemen Dasar Proses *Drill*/Gurdi

Elemen dasar proses gurdi bisa ditentukan berdasarkan gambar proses gurdi.



Gambar 2.19. Parameter Proses Gurdi  
(Paryanto, 2012)

Keterangan :

$d$  = diameter gurdi (mm)

$l_t$  = panjang pemesinan (mm)

$a$  = kedalaman potong (mm)

$f$  = gerak makan (mm/r)

$n$  = putaran poros utama (rpm)

$l_w$  = Panjang Pemotongan pada Benda Kerja (mm)

$l_v$  = Langkah Pengawalan (mm)

$l_n$  = Langkah Pengakhiran (mm)

a. Kecepatan Potong

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ (mm/menit) } \dots\dots\dots(2.16)$$

b. Gerak makan (*Feeding*)

$$f_n = f_o \times n \text{ (mm/menit) } \dots\dots\dots(2.17)$$

c. Kedalaman potong

$$a = \frac{d}{2} \text{ (mm) } \dots\dots\dots(2.18)$$

d. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{2f_n} \text{ (menit) } \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

$$l_t = l_n + l_w + l_v \dots\dots\dots(2.20)$$

e. Kecepatan penghasilan geram

$$Z = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{2f_n}{1000} \text{ (mm}^3 \text{/menit) } \dots\dots\dots(2.21)$$

## 2.6. Pengelasan

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam dengan meleburkan bahan dan elektroda sehingga terjadi penyatuan pada bagian yang dilas/disambung.

### 2.6.1. Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Pengelasan SMAW pada umumnya disebut las listrik. Las listrik merupakan proses yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Panas tersebut ditimbulkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas). Sumber tegangan yang digunakan ada dua macam yaitu listrik AC (arus bolak balik) dan listrik DC (arus searah).

Adanya proses pengelasan timbul karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek. Saat terjadi hubungan pendek tersebut *welder* atau tukang las menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas. Panas tersebut akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektroda dan material dasar akan menyatu dan membentuk logam lasan.

## 2.6.2. Peralatan Pengelasan SMAW

### a. Mesin Las Listrik

Mesin las listrik dibagi menjadi dua tipe, yaitu : Mesin las arus bolak balik (AC) dan mesin las arus searah (DC) .mesin las AC adalah transformator penurun tegangan. Transformator pada mesin las Ac dapat merubah tegangan yang keluar dari mesin las, dari 110 V, 220 V, dan 380 V ke 45-80 V dengan arus yang tinggi. Untuk mesin las DC sumber tenaga listriknya berasal dari trafo las AC yang diubah menjadi arus searah.



Gambar 2.20. Mesin Las

### b. Kabel Las

Kabel las digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari sumber listrik ke mesin las atau dari mesin las ke elektroda dan penjepit benda kerja.

c. *Stick Elektroda* (Pemegang Elektroda)

Berfungsi menjepit ujung elektroda yang tidak berselaput. Bagian pemegang/penjepit elektroda harus bersih agar hambatannya kecil sehingga bisa mengalirkan arus dengan baik.



Gambar 2.21. Pemegang elektroda

d. Klem Masa

Untuk menghubungkan kabel massa ke benda kerja atau meja kerja. Klem masa harus mampu menjepit benda kerja atau meja kerja dengan baik agar arus dari mesin las tidak tersendat.



Gambar 2.22. klem masa

### 2.6.3. Elektroda

Elektroda las SMAW biasanya dilapisi dengan lapisan flux, yang berfungsi sebagai pembentuk gas yang melindungi cairan logam dari kontaminasi udara sekelilingnya. Selain itu flux juga berguna untuk membentuk terak las yang juga berfungsi terak las yang melindungi cairan las dari pengaruh sekelilingnya. Menurut AWS (*American Welding Society*) elektroda diklasifikasikan dengan huruf E dan diikuti empat atau lima digit misalnya EXXXX.

Keterangan-keterangan yang tertera pada elektroda dapat dibaca sebagai berikut :

- Huruf E= Elektroda
- XX = dua huruf X terdepan menunjukkan kekuatan tarik bahan las setelah proses las dilakukan. Misanya E60XX artinya bahan tersebut kuat tariknya sesudah dilaskan 60.000 psi.
- X = huruf X ketiga menunjukkan posisi pengelasan yang tepat. Untuk angka “1” artinya boleh dipergunakan untuk semua posisi. Angka “2” artinya hanya bisa digunakan pada posisi tertentu.
- X = huruf X terakhir menunjukkan jenis arus listrik yang sesuai dengan lapisan elektrodanya.

Tabel 2.1. Klasifikasi Elektorda Seri E60

(<https://ntrux.wordpress.com,2011>)

Klasifikasi Elektroda Seri E60			
Klasifikasi AWS	Jenis kimia pelindung	Posisi pengelasan yang paling sesuai	Jenis arus listrik
E6010	<i>High cellulose sodium</i>	DB,TL,AK,DT	ASPT
E6011	<i>High cellulose potassium</i>	DB,TL,AK,DT	AB atau ASPT
E6012	<i>High titania sodium</i>	DB,TL,AK,DT	AB atau ASPL
E6013	<i>high titania potassium</i>	DB,TL,AK,DT	AB atau ASPM
E6020	<i>High iron oxide</i>	DT, F	AB atau ASPL
E6022	<i>High iron oxide</i>	DB	AB atau ASPM
E6027	<i>High iron oxide, iron powder</i>	DT,F,DB	AB atau ASPL

Keterangan :

- DB = datar bawah (*flat*).
- TL = tegak lurus (*vertical*).
- AK = atas kepala (*overhead*).
- DT = datar tegak (*horizontal*).



- AS = arus searah (direct current).  
AB = arus bolak-balik (alternating current).  
PL = polaritas terbalik (reverse polarity).  
PM = polaritas mana saja (either polarity).  
F = fillet.



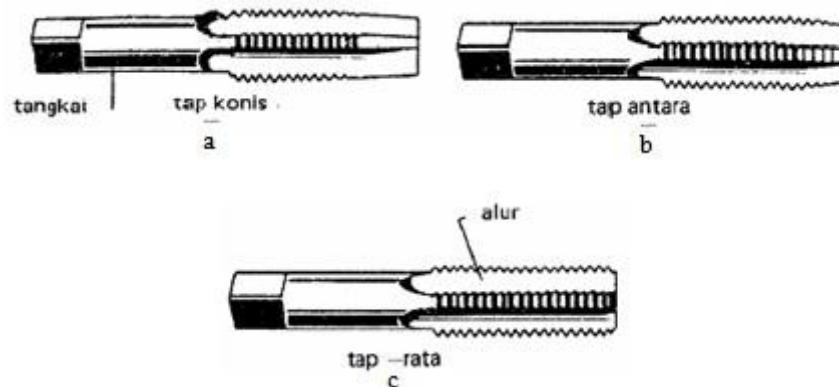
Gambar 2.23. Elektroda

## 2.7. Tap

Tap merupakan sebuah alat yang digunakan untuk membuat ulir dalam, pada suatu benda kerja. Benda kerja yang akan di tap harus dibor terlebih dahulu sesuai dengan diameter inti ulir. Perangkat tap biasanya terdiri dari tiga jenis tap yaitu tap konis, tap antara, dan tap rata. Masing-masing jenis tap digunakan secara berurutan dimulai dari tap konis hingga tap rata.



Gambar 2.24. Pemegang Tap



Gambar 2.25. Jenis Tap, a (tap konis), b (tap antara), c (tap rata)  
(Soebandono, 2009)

## 2.8. Gerinda

Mesin gerinda merupakan mesin perkakas yang dapat digunakan untuk memotong maupun mengasah suatu benda kerja. Prinsip kerja roda gerinda adalah roda gerinda yang berputar didekatkan/disentuhkan ke benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan. Macam-macam gerinda antara lain :

### i. Mesin Gerinda Potong

Mesin gerinda potong menggunakan batu gerinda untuk memotong benda kerja. Proses pemotongan dilakukan dengan menjepit material pada ragum mesin gerinda. Selanjutnya batu gerinda dengan putaran tinggi digesekkan ke material. Kapasitas kerja mesin gerinda potong terbatas pada pemotongan bahan berbentuk profil-profil misalnya pipa, besi siku, dan sebagainya.



Gambar 2.26. mesin gerinda potong

ii. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain.



Gambar 2.27. Mesin gerinda tangan

**2.9. Alat Rol Pipa**

Alat tekuk pipa adalah alat yang digunakan untuk mengerol/menekuk pipa yang awalnya berbentuk lurus kemudian berubah menjadi melengkung. Sudut lengkung benda kerja disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 2.28. Alat Rol Pipa

## 2.10. Mur dan Baut

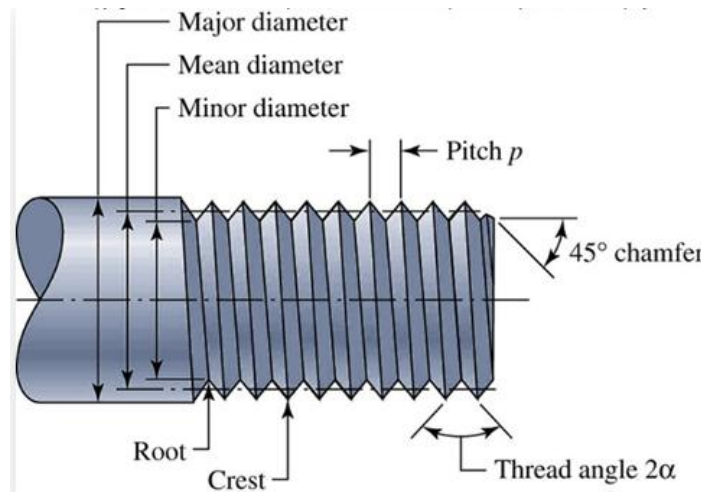
Mur dan baut merupakan alat penyambung yang sambungannya dapat dibongkar pasang tanpa merusak alat yang disambung maupun mur dan baut itu sendiri. Bagian terpenting dari mur dan baut adalah ulir. Ulir berfungsi sebagai pengikat atau pengunci antara mur dan baut.

### 2.10.1. Fungsi Ulir

Ulir dapat menggabungkan atau menyambung beberapa komponen menjadi satu unit produk jadi. Fungsi ulir secara umum adalah sebagai alat pengikat, artinya dapat mengikat komponen-komponen menjadi suatu barang jadi. Ulir yang biasa digunakan sebagai pengikat biasanya adalah ulir segi tiga.

### 2.10.2. Istilah-Istilah pada Ulir

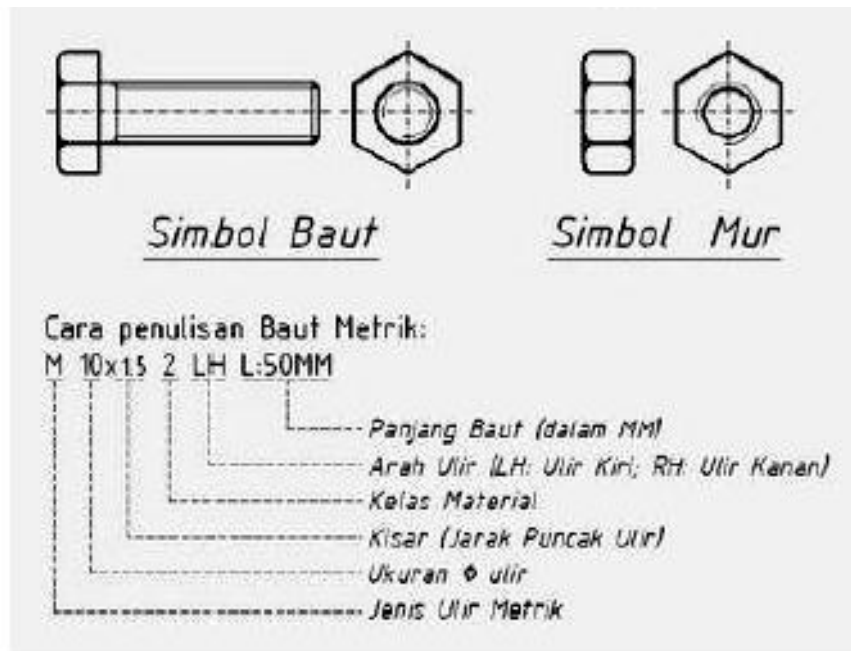
Istilah-istilah pada ulir ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.29. Bagian-Bagian Ulir

(<https://thadinugroho.wordpress.com>, 2015)

1. Diameter mayor (diameter luar) adalah diameter terbesar pada ulir
2. Diameter minor (diameter inti) adalah diameter terkecil dari ulir.
3. Diameter mean (diameter tusuk) merupakan diameter semu yang letaknya di antara diameter luar dan diameter inti.
4. Jarak antara puncak ulir (*pitch*), mempunyai pengaruh yang cukup besar, jika jarak antara puncak ulir yang satu dengan puncak ulir yang satunya tidak sama maka ulir ini tidak dapat dipasangkan.
5. Sudut ulir adalah sudut dari kedua sisi permukaan ulir dalam satuan derajat. Misalnya untuk *American standard* dan *ISO* sudut ulirnya adalah  $60^\circ$ .
6. Kedalaman ulir adalah jarak antara diameter inti dengan diameter luar.



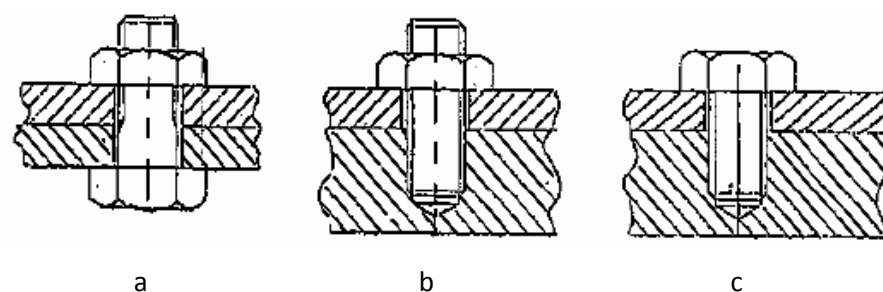
Gambar 2.30. Cara Baca Simbol-Simbol pada Mur dan Baut  
<https://gambarteknik.blogspot.com>, 2015)

### 2.10.3. Macam-Macam Mur dan Baut

#### a. Baut

Jenis baut penjepit terdiri dari 3 macam, yaitu :

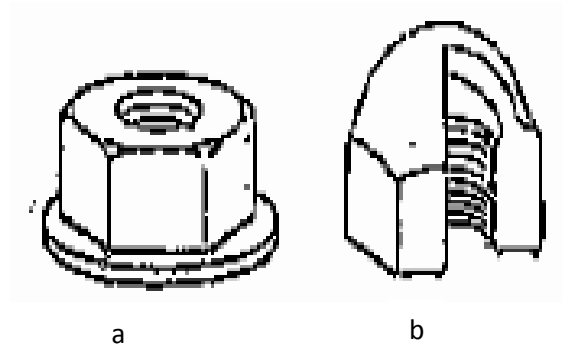
- i. Baut biasa (baut tembus)
- ii. Baut tanam
- iii. Baut tap



Gambar 2.31. (a) baut tembus, (b) baut tanam, (c) dan baut tap  
 (UNILA, 2015)

b. Mur

Umumnya mur mempunyai bentuk segi enam, Namun pada penggunaan khusus digunakan mur dengan bentuk yang bervariasi, sesuai dengan kebutuhan. Variasi bentuk mur misalnya mur bulat, mur flens, mur kuping, dan sebagainya.



Gambar 2.32. (a) mur flens dan (b) mur tutup  
(<https://yefrichan.files.wordpress.com>, 2011)

**2.11. Cat**

Cat adalah suatu cairan yang dapat dioleskan ke suatu permukaan dan setelah mengering akan membentuk suatu lapisan yang melekat pada permukaan tersebut. fungsi cat adalah sebagai pelindung permukaan suatu benda, misalnya untuk memisahkan permukaan logam dengan kondisi disekitarnya sehingga dapat menghambat timbulnya korosi pada logam.