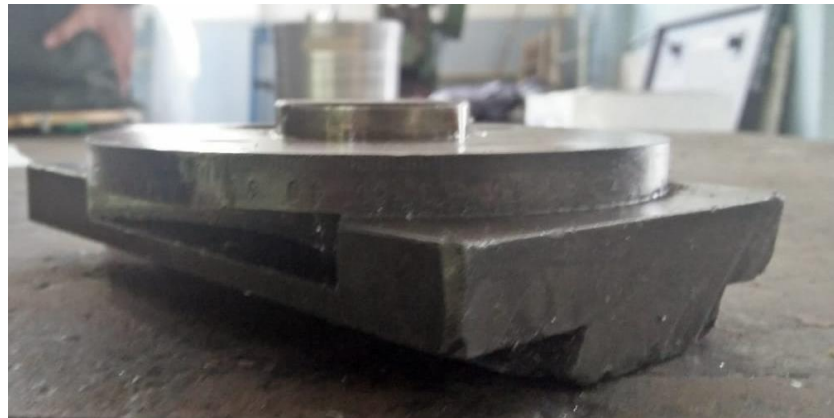


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan umum *Lower Slide*

*Lower Slide* pada mesin bubut merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mengubah sudut dari eretan atas. *Lower slide* pada mesin bubut ini merupakan komponen pelengkap dari eretan atas yang posisinya berada di bawah *Upper Slide* dan *Tool Post*. Terdapat dua buah baut pengikat beserta murnya yang berfungsi untuk mengikat *Lower Slide* dengan alas dari eretan melintang sebagai pembawa tiga komponen tersebut bergerak sepanjang landasan mesin bubut.



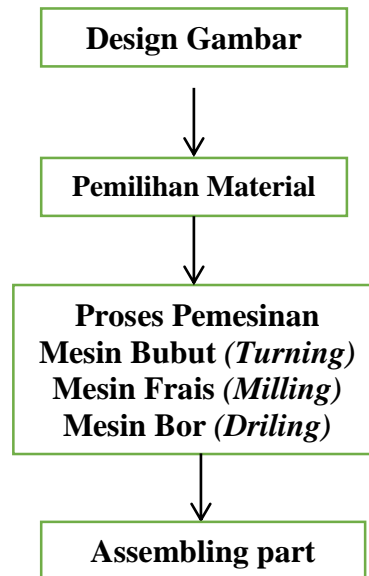
**Gambar 2.1** *Lower Slide* Mesin bubut Sinway

(Sumber : Dokumen pribadi)

Secara umum perubahan sudut eretan atas terjadi karena berputarnya *Lower slide*. Nominal derajat yang ada pada *Lower Slide* dijadikan sebagai patokan untuk mengubah sudut sesuai dengan perencanaan dalam proses kerja mesin bubut. Perubahan sudut tersebut digunakan pada saat proses pembubutan tirus dengan teknik pergeseran sudut eretan atas.

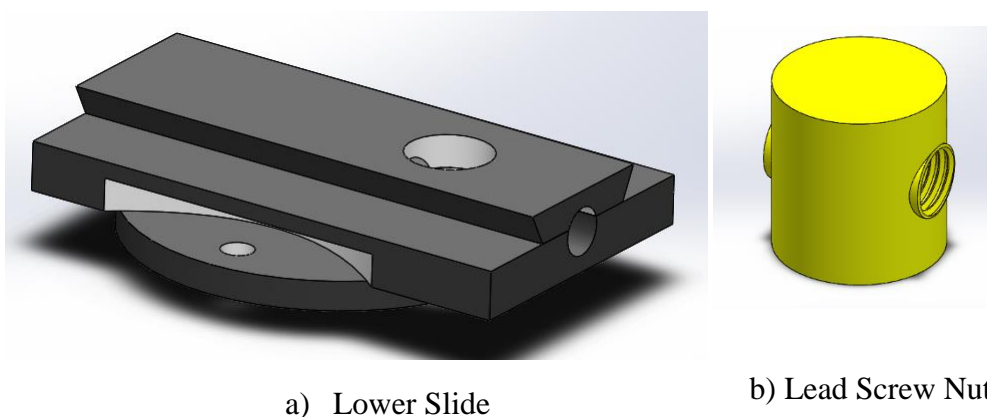
## 2.2 Proses Pembuatan *Lower Slide* dan *Lead Screw Nut* untuk mesin bubut sinway

Secara garis besar proses pembuatan *Lower Slide* dan *Lead Screw Nut* dapat diurutkan sebagai berikut :



**Gambar 2.2** Bagan Proses Pembuatan *Lower Slide* dan *Lead Screw Nut*

### 2.2.1 Desain Gambar



**Gambar 2.3** Desain Gambar a) *Lower Slide*, b) *Lead Screw Nut*

### 2.2.2 Pemilihan Material

Material yang diperlukan dalam pembuatan *Lower Slide* ini sesuai kebutuhan dan penggunaan saat proses pemesinan berlangsung yang memiliki sifat tidak terlalu keras dan ekonomis, untuk membuat *Lower Slide* pada mesin bubut sinway dapat di gunakan dua jenis material yaitu S45C untuk *Lower Slide* serta mur dan bautnya lalu kuningan (CuZn) untuk *Lead Screw Nut*.

Material S45C memiliki kandungan carbon  $\geq 0,4\%$ , yang termasuk kedalam material yang dapat dibentuk. Pada kondisi tersebut, maka komponen *Lower Slide* tidak akan mengalami kehausan yang mengakibatkan proses uji pembubutan menjadi tidak maksimal. Terlebih komponen *Lower Slide* sering digunakan dan merupakan komponen penting dalam proses pembubutan, Berikut ini adalah komposisi kimia dari material S45C dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia Material S45C dalam %

Material	Unsur Kimia								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
S45C	0,42-0,48	0,15-0,35	0,6-0,9	0,030	0,35	-	-	-	-

Material kuningan merupakan paduan dari tembaga (Cu) dan seng (Zn) dimana tembaga merupakan unsur utama dari kuningan. Logam seng yang ada dalam kuningan lebih banyak mempengaruhi warna dan sifat kuningan tersebut. Berikut ini adalah komposisi kimia dari material kuningan :

**Tabel 2.2** Komposisi Kimia Material kuningan (CuZn) dalam %

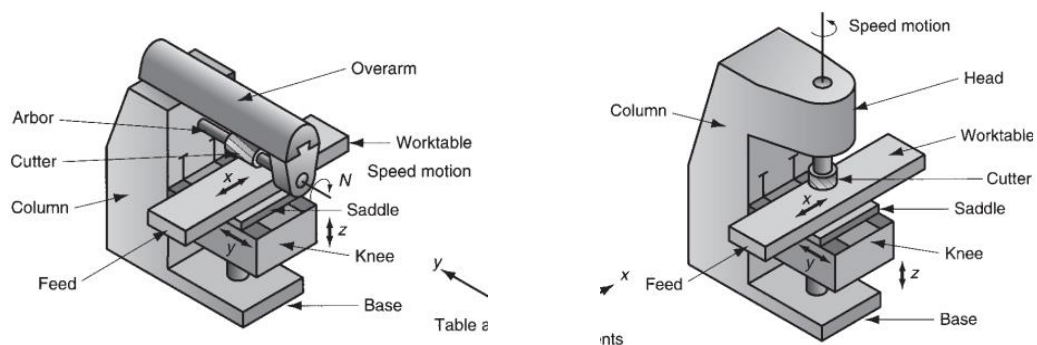
Material	Unsur Kimia			
	Cu	Sn	Pb	Zn
CuZn	62%	1%	1%	36%

### 2.2.3 Proses Pemesinan

#### 1. Mesin Frais (*Milling*)

##### a. pengertian

Mesin frais adalah mesin perkakas untuk mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan menggunakan pisau frais (*cutter*) sebagai pahat penyayat yang berputar pada sumbu mesin. Mesin frais termasuk mesin perkakas yang mempunyai gerak utama berputar. Pisau Frais dipasang sumbu/*arbor* mesin yang didukung dengan alat pendukung *arbor*, jika *arbor* mesin berputar melalui suatu putaran motor listrik maka pisau Frais ikut berputar, *arbor* mesin dapat berputar kekanan atau ke kiri Terdapat beberapa jenis mesin frais yang bisa digunakan untuk membuat *Lower Slide* pada gambar berikut :

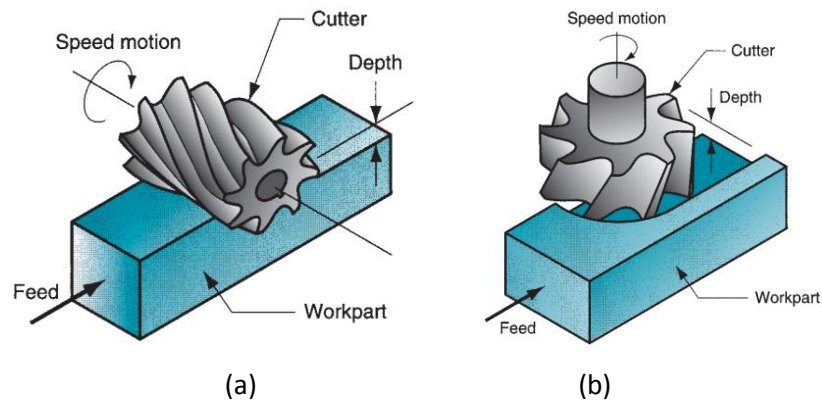


**Gambar 2.4** Mesin Frais Horizontal Tipe *Bed* dan Mesin Frais Vertikal Tipe *Knee*

(Sumber: Groover P. M, 2010:528)

##### b. Jenis Operasi Mesin Frais

Ada 2 jenis dasar dari operasi mesin frais, yaitu *Peripheral* atau *Plain Milling* dan *Face Milling*. Kedua operasi dasar proses miling tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.5** Proses dasar milling: (a) *Peripheral* atau *Plain Milling*, (b) *Face Milling* (Sumber: Groover P. M, 2010:524)

### c. Parameter Pemesinan Pada Mesin Frais

#### 1) Kecepatan Putar

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

(Taufiq Rochim, 2007:19)

Dimana:  $v$  = Kecepatan potong bahan (m/min)

$D$  = Diameter pisau (mm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

#### 2) Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah panjang dari keliling benda dalam satuan menit, kecepatan potong dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

(Taufiq Rochim, 2007:19)

Dimana:  $v$  = Kecepatan potong (m/min)

$D$  = Diameter pisau (mm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Harga kecepatan potong umumnya dapat diketahui pada table berdasarkan kesesuaian jenis materialnya. kecepatan potong ditentukan atas pertimbangan jenis material benda kerja dan material. Harga kecepatan potong mesin frais untuk berbagai jenis benda kerja dapat dilihat pada *table* berikut.

**Tabel 2.3** Harga *Feed* dan *Cutting Speed* Proses Frais

Cutter	Parameter	Carbon Steel up to 63 kgf/mm <sup>2</sup>	Alloy steel annealed up to 78 kgf/mm <sup>2</sup>	Alloy steel heat treated up to 100 kgf/mm <sup>2</sup>	Grey cast iron up to HB 180	Brass (Cu Zn 40)	Light Alloy
Slab Milling	Cutting Speed (m/min)	17	14	10	12	35	200
	Feed (mm/min)	100	80	50	120	70	200
Shell-End Mill	Cutting Speed (m/min)	17	14	10	12	36	200
	Feed (mm/min)	100	90	55	140	190	250
Site and Face Mill	Cutting Speed (m/min)	18	14	12	14	36	200
	Feed (mm/min)	100	80	50	120	150	250
End Mill Cutter	Cutting Speed (m/min)	17	15	13	15	35	160
	Feed (mm/min)	50	40	20	80	80	90
Face Mill Cutter	Cutting Speed (m/min)	20	16	14	16	50	250
	Feed (mm/min)	65	36	20	100	200	250
Circular Saw	Cutting Speed (m/min)	45	35	25	35	350	320
	Feed (mm/min)	50	40	30	50	200	180

(Westermann Tables, 1961:110)

### 3) Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

Kecepatan pergeseran pisau (*feeding*) adalah jarak pergeseran pisau dalam satu putaran benda kerja. Dalam pelaksanaannya pengaturan kecepatan pergeseran pisau (*feeding*) dilakukan melalui tuas pengatur yang terdapat pada mesin. Kecepatan pergeseran pisau (*feeding*) ditentukan oleh bahan dan pisau yang digunakan.

$$v_f = fz \times n \times N$$

(Taufiq Rochim, 2007:19)

Dimana:  $v_f$  = Kecepatan pergeseran pisau (mm/menit)

$f_z$  = Feed per tooth (mm)

$N$  = Jumlah mata pisau

$n$  = Putaran mesin (rpm)

**Tabel 2.4** Harga Recommended Feed per Tooth (High-Speed Cutters)

Material	Face Mills		Helical Mills		Sloting and Side Mills		End Mills		From Relieved Cutters		Circular Saw	
	inch	mm	inch	Mm	Inch	Mm	Inch	Mm	Inch	Mm	inch	mm
Carbon steel	0,006	0,1	0,005	0,12	0,004	0,1	0,003	0,07	0,002	0,05	0,002	0,05
Aluminium	0,022	0,55	0,018	0,45	0,013	0,33	0,011	0,28	0,007	0,18	0,005	0,13
Brass and bronze (medium)	0,014	0,35	0,011	0,28	0,008	0,2	0,007	0,18	0,004	0,1	0,003	0,08
Cash iron (medium)	0,013	0,33	0,010	0,25	0,007	0,18	0,007	0,18	0,004	0,1	0,003	0,08
Free machining steel	0,012	0,3	0,010	0,25	0,007	0,17	0,006	0,15	0,004	0,1	0,003	0,07
Machine steel	0,012	0,3	0,010	0,25	0,007	0,18	0,006	0,15	0,004	0,1	0,003	0,08
Stainless steel	0,006	0,15	0,005	0,13	0,004	0,1	0,003	0,08	0,002	0,05	0,002	0,05
Tool steel (medium)	0,010	0,25	0,008	0,2	0,006	0,15	0,005	0,13	0,003	0,08	0,003	0,08

(Krar, Gill. Smid, 2011, hlm. 472)

**Tabel 2.5** Harga Recommended Feed per Tooth (Cemented-Carbide-Tipped Cutters)

Material	Face Mills		Helical Mills		Sloting and Side Mills		End Mills		From Relieved Cutters		Circular Saw	
	inch	Mm	Inch	Mm	Inch	Mm	Inch	Mm	Inch	Mm	inch	Mm
Carbon steel	0,006	0,15	0,005	0,12	0,004	0,1	0,003	0,07	0,002	0,05	0,002	0,05
Aluminium	0,020	0,50	0,016	0,40	0,012	0,3	0,010	0,25	0,006	0,15	0,005	0,13
Brass and bronze (medium)	0,012	0,30	0,010	0,25	0,007	0,18	0,006	0,15	0,004	0,1	0,003	0,08
Cash iron (medium)	0,016	0,40	0,013	0,33	0,010	0,25	0,008	0,2	0,005	0,13	0,004	0,1
Machine steel	0,016	0,40	0,013	0,33	0,009	0,23	0,008	0,2	0,005	0,13	0,004	0,1
Tool steel (medium)	0,014	0,35	0,011	0,28	0,008	0,2	0,007	0,18	0,004	0,1	0,004	0,1
Stainless steel	0,010	0,25	0,008	0,2	0,006	0,15	0,005	0,13	0,003	0,08	0,003	0,08

(Krar, Gill. Smid, 2011, hlm. 472)

#### 4) Waktu Pemoangan

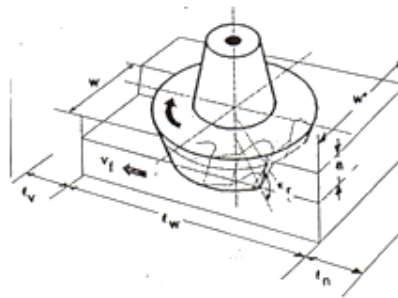
$$T = \frac{lt}{f \cdot n}$$

(Taufiq Rochim, 2007:19)

$$lt = lv + lw + ln \quad ln = \frac{d^2}{2}$$

(Taufiq Rochim, 2007:19)

Dimana:  $T$  = Waktu pemotongan (menit)  
 $l_t$  = Panjang total (mm)  
 $l_v$  = Jarak bebas pisau (mm)  
 $l_w$  = Panjang benda kerja (mm)  
 $l_n$  = Jarak lebih pisau (mm)  
 $f$  = Kecepatan pemakanan (m/menit)  
 $n$  = Kecepatan putaran (rpm)  
 $d_a$  = Diameter pisau (mm)



**Gambar 2.6** Proses Frais Vertikal  
 (Sumber: Taufiq Rochim, 1993:21)

#### 5) Banyaknya pemakanan

Banyaknya pemakanan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$z = \frac{b}{a}$$

Dimana:  $z$  = Banyaknya pemakanan  
 $b$  = Tebal yang harus dipotong (mm)  
 $a$  = Tebal pemotongan (mm)

## 2. Proses pemesinan Bubut (*Turning*)

### a. Pengertian

Mesin bubut adalah perkakas untuk memproduksi suatu benda yang mempunyai gerak utama berputar. Gerakan putar inilah yang menyebabkan terjadinya penyayatan oleh pahat bubut (*tool*) terhadap benda kerja. Jenis pembubutan diantaranya adalah pembubutan lurus,



pembubutan tirus, pembubutan ulir, pembubutan alur, membubut atau membuat kartel membubut *eksentris*, *facing*, pengeboran dan *reaming*.

## b. Parameter Pemesinan pada Mesin Bubut

### 1) *Feeding* dan Putaran Mesin

*Feeding* adalah jarak pergeseran pahat dalam satu putaran benda kerja, *feeding* akan mempengaruhi kualitas permukaan benda kerja. Untuk pengerjaan pengasaran atau awal (*roughing*) *feeding* diperbesar, sedangkan untuk penyelesaian (*finishing*) *feeding* diperkecil. Dalam mengatur *feeding* dilakukan melalui tuas-tuas yang terdapat pada kepala tetap dalam keadaan mesin tidak berputar supaya tidak terjadi kerusakan pada mesin.

Putaran mesin bubut sangat dipengaruhi oleh kondisi pemotongan, sedangkan kondisi pemotongan ditentukan oleh jenis bahan yang dikerjakan, jenis bahan pahat dan sudut-sudut pahat. Dalam membubut sebaiknya jika beban bahan berat maka putaran mesin diperlambat, sedangkan jika beban bahan ringan maka putaran mesin dinaikan. Dalam pelaksanaannya putaran mesin diatur melalui tuas pengatur putaran yang terdapat di kepala tetap. Menentukan Putaran Mesin :

$$n = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$$

Dimana :  $n$  = Putaran mesin (rpm)  
 $V$  = Kecepatan potong pahat (meter/menit)  
 $d$  = Diameter benda kerja (mm)

**Tabel 2.6** Kecepatan Potong mesin bubut  $V$  (m/menit)

No.	Material	Pahat HSS		Pahat Carbida	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar
1	Baja perkakas	75-100	25-45	185-230	110-140
2	Baja karbon rendah	70-90	25-40	170-215	90-120

3	Baja karbon menengah	60-85	20-40	140-185	75-110
4	Perunggu	40-45	25-30	110-140	60-75
5	Aluminium	85-110	45-70	185-215	120-150
6	Besi cor	70-110	30-45	140-215	60-90
7	Kuningan	85-110	45-70	185-215	120-150

(Sumber: Proses Manufaktur. 2011)

## 2) Waktu Kerja Mesin

Waktu kerja efektif mesin adalah waktu yang dimanfaatkan secara efektif untuk melaksanakan penyayatan benda kerja, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{L}{f \times n} \times Z \quad (\text{menit})$$

(Taufiq Rochim, 2007 : 13)

Dimana:  $T$  = Waktu kerja efektif (menit)

$L$  = Panjang benda yang dikerjakan (mm)

$f$  = Feeding (mm/rev)

$n$  = Putaran Mesin (rpm)

$Z$  = Banyaknya pemakanan

Catatan : Berlaku jika mesin dijalankan otomatis

Waktu kerja terbuang adalah waktu operasi mesin tanpa melakukan penyayatan, misal langkah balik. Jika langkah balik ini dilakukan secara otomatis, maka rumus diatas dapat digunakan untuk menghitung waktunya, jika dilakukan secara manual.

Waktu persiapan adalah waktu waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan mesin agar bisa dioperasikan dengan aman, seperti pengaturan *feeding*, pengaturan putaran, pemasangan pahat dan benda kerja.

### 3) Banyaknya pemakanan

Banyaknya pemakanan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$z = \frac{b}{a}$$

Dimana:  $z$  = Banyaknya pemakanan

$b$  = Tebal yang harus dipotong (mm)

$a$  = Tebal pemotongan (mm)

### 4) Kecepatan makan

Kecepatan pemakanan pada mesin bubut adalah gerakan pemakanan oleh pahat dalam proses pembubutan. Besarnya kecepatan pemakanan tergantung pada kehalusan permukaan potong pada benda kerja yang dikehendaki. Rumus untuk mencari kecepatan pemakanan adalah sebagai berikut :

$$vf = f \times n$$

Dimana:  $vf$  = Kecepatan pemakanan (mm/min)

$f$  = *feed* (mm)

$n$  = Putaran *spindle* (rpm)

(Taufiq Rochim, 2007 : 13)

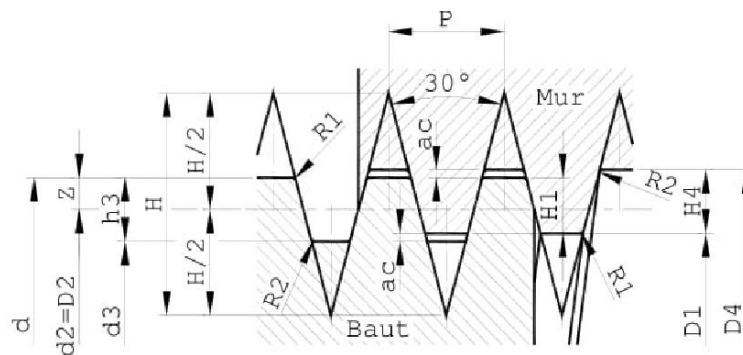
**Tabel 2.7 Recommendations Speed and Feeds in Lath Machine**

Work Piece Material	Surface Speed		Feed, mm/rev (in./rev) Diameter		Spindle Speed (rpm) Diameter	
	m/min	ft/min	1,5 mm (0,060 in.)	12,5 mm (0,5 in.)	1,5 mm (0,060 in.)	12,5 mm (0,5 in.)
Aluminum alloys	30-120	100-400	0,025 (0,001)	0,30 (0,012)	6400-25.000	800-3000
Magnesium alloys	45-120	150-400	0,025 (0,001)	0.30 (0,012)	9600-25000	1100-3000
Copper alloys	15-60	50-200	0,025 (0,001)	0,25 (0,010)	3200-12000	400-1500

Steels	20-30	60-100	0,025 (0,001)	0,30 (0,012)	4300- 6400	500-800
Stainless Steels	10-20	40-60	0,025 (0,001)	0,18 (0,007)	2100- 4300	250-500
Titanium alloys	6-20	20-60	0,010 (0,0004)	0,15 (0,006)	1300- 4300	150-500
Cats irons	20-60	60-200	0,025 (0,001)	0,30 (0,012)	4300- 12000	500-1500
Thermoplasties	30-60	100-200	0,025 (0,001)	0,13 (0,005)	6400- 12000	800-1500
Thermosets	20-60	60-200	0,025 (0,001)	0,10 (0,004)	4300- 12000	500-1500

### 5) Pembuatan Ulir

Ulir adalah garis atau alur melingkar pada benda kerja silinder yang mempunyai sudut kisar atau ulir tetap.



**Gambar 2.7** Ulir Trapesium

(Sumber : Polman, 2015)

**Tabel 2.8** Tabel Ulir Trapesium ISO

Baut		Mur		Diameter Tengah $d2 = d2$	Gang P
Diameter Nominal D	diameter terkecil d3	Diameter terbesar D4	Diameter terkecil D1		
8	6,2	8,3	6,5	7,25	1,5
10	7,5	10,5	8	2	2
12	8,5	12,5	9	3	3
-14	10,5	14,5	11	3	3
16	11,5	16,5	12	4	4
-18	13,5	18,5	14	4	4

(Sumber: Polman. 2015)

Dalam perencanaan waktu kerja efektif mesin, harga  $f$  berarti *feed* dalam proses bubut rata atau muka. Akan tetapi, dalam proses pembuatan ulir harga  $f$  berarti *Gang/Pitch*.

### 3. Mesin Bor (*Drilling*)

#### a. Pengertian

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor.

#### b. Parameter pada Pemesinan Mesin Bor

##### 1) Kecepatan Putar

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

(*Westermann Tables, 1961:106*)

Dimana:  $v$  = Kecepatan potong (m/min)

$D$  = Diameter pisau (mm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

##### 2) Kecepatan Potong

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

(*Westermann Tables, 1961:106*)

Dimana:  $v$  = Kecepatan potong (m/min)

$D$  = Diameter pisau (mm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

**Tabel 2.9** Harga *Feed* dan *Cutting Speed* Mesin Bor

Material		Diameter of Drill (mm)						
		Ø5	Ø 10	Ø 15	Ø 20	Ø 25	Ø 30	Ø 35
Steel up to 40 kgf/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,18	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	15	18	22	26	29	32	35
Up to 60 kgf/mm <sup>2</sup>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	13	16	20	23	26	28	29
Up to 80 kgf/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,07	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	12	14	16	18	21	23	24
Up to 100 kgf/mm <sup>2</sup>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	8	10	13	15	17	18	19
Beyond 100 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,015 s.d 0,17						
Grey cast iron Up to 18 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,15	0,24	0,3	0,32	0,35	0,38	0,4
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	24	28	32	34	37	39	40
Up to 22 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	16	18	21	24	26	27	28
Grey cast iron up to 30 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,16	0,2	0,24	0,28	0,3	0,3
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	12	14	16	18	20	21	22
Brass up to 40 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	60 s.d 70						
Up to 60 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,07	0,12	0,18	0,24	0,25	0,28	0,32
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	40 s.d 60						
Bronze up to 30 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	30 s.d 40						
Up to 70 kg/mm <sup>2</sup>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,05	0,08	0,12	0,18	0,2	0,22	0,26
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	25 s.d 35						
Aluminium (pure)	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,05	0,12	0,2	0,3	0,35	0,4	0,6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	80 s.d 120						
Aluminium alloys	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,12	0,2	0,3	0,4	0,46	0,5	0,6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	100 s.d 150						

<i>Magnesium alloys</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,15	0,2	0,3	0,38	0,4	0,45	0,5
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	200 s.d 250						

(Westermann Tables, 1961:104)

## 3) Waktu Pemotongan

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

(Westermann Tables, 1961:106)

- Dimana:  $Tm$  = Waktu Pemotongan (menit)  
 $L$  = Kedalaman Pemakanan (mm)  
 $= 1 + 0,3.d$   
 $n$  = Putaran mesin (rpm)  
 $Sr$  = Pemakanan (mm/rev)

## 2.3 Tinjauan Umum Waktu Produksi

Setiap proses pembuatan suatu produk diperlukan perhitungan waktu produksi, hal ini penting dikarenakan dengan mengetahui berapa lama waktu produksi untuk membuat benda yang diinginkan, maka dapat melakukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk setiap proses produksi. Berikut adalah persentase kegiatan bagi jenis proses pemesinan.

**Tabel 2.10** Kegiatan *Operator* dan Mesin (Konvensional)

Kegiatan operator	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Membubut (%)	Meluaskan Lubang (%)	Menge frais (%)
<b>Kegiatan produktif</b>			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	36,2	34,9	31,6
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, nonproduktif)	13,4	15,7	16,9
3. Mengganti pisau	1,9	1,8	0,8
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	5,6	3,5	8
<b>Sub total</b>	<b>57,1</b>	<b>55,9</b>	<b>57,3</b>

<b>Kegiatan persiapan</b>			
5. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (jig / fixture)	16,4	12,0	18,2
6. Mempelajari gambar teknik	1,1	0,5	0,4
7. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (simple maintenance)	3,5	5,3	8,0
8. Meminta/mecari pahat atau peralatan lain, mengirim/memindahkan benda kerja	3,5	4,0	1,8
9. Diskusi dengan kepala pabrik/kelompok, membantu operator lain	1,1	0,5	0,4
<b>Sub total</b>	<b>25,6</b>	<b>22,3</b>	<b>28,8</b>
<b>Kegiatan pribadi</b>			
10. Pergi ke kamar kecil	2,9	2,4	1,8
11. Istirahat di dekat mesin	6,8	10,1	5,8
12. Menunggu pekerjaan	4,0	2,7	3,6
13. Ngobrol dengan karyawan lain	3,6	6,6	2,7
<b>Hambatan (kerusakan)</b>	-	-	-
<b>Sub total</b>	<b>17,3</b>	<b>21,8</b>	<b>13,9</b>
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

(Taufiq Rochim, buku 3 2007 : 31)

## 2.4 Tinjauan Umum Biaya Produksi

Setiap proses pembuatan produk diperlukan perhitungan biaya produksi, hal ini penting karena dengan mengetahui besarnya biaya produksi dapat melakukan perhitungan besarnya biaya yang diperlukan untuk setiap proses produksi.

### 2.4.1 Biaya Total Perproduk (*Unit Cost*)

$$C_u = C_M + C_{plan} + \Sigma C_p$$

(Taufiq Rochim, 2007 : 3)

Dimana:

$C_u$  = ongkos total (Rp/produk)

$C_M$  = ongkos material (Rp/produk)

$C_{plan}$  = ongkos persiapan/perencanaan produksi; dapat pula dimasukkan ongkos perencanaan produksi (bila produk bersangkutan)



dirancang sendiri)

$C_p$  = ongkos salah satu proses produksi (Rp/produk)

#### 2.4.2 Biaya Material

$$C_M = C_{M_o} + C_{M_i}$$

$$C_M = w \times k$$

(Taufiq Rochim, 2007:12)

Dimana:

$C_M$  = Ongkos Material (Rp/produk)

$C_{M_o}$  = Biaya *material* (Rp/produk)

$C_{M_i}$  = Ongkos tak langsung (Rp/produk)

$w$  = berat *material* (Kg/produk)

$k$  = harga *material* (Rp/Kg)

#### 2.4.3 Biaya Produksi

$$C_P = C_o + C_m + C_e$$

(Taufiq Rochim, 2007:11)

Dimana:

$C_P$  = ongkos produksi (Rp)

$C_o$  = ongkos penyiapan peralatan (Rp)

$C_m$  = ongkos pemesinan (Rp)

$C_e$  = ongkos pahat (Rp)

#### 2.4.4 Ongkos Pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

(Taufiq Rochim, 2007:12)

Dimana:

$C_m$  = ongkos pemesinan (Rp/produk)

$c_m$  = ongkos operasi mesin (mesin, operator, *overhead*)  
persatuan waktu (Rp/min)

$t_m$  = waktu pemesinan (min/produk)

#### 2.4.5 Ongkos Pahat

$$C_e = \frac{C_{otb} + r_g C_g}{r_g + 1}$$

(Taufiq Rochim, 1993:307)

Dimana:

$C_e$  = biaya *tooling* (Rp)

$C_{otb}$  = harga pisau HSS atau karbida dalam kondisi siap pakai (tajam) (Rp)

$r_g$  = jumlah pengasahan sampai mata potong pisau pendek (diperkirakan sekitar 4 s/d 15 kali)

$C_g$  = ongkos pengasahan pisau tergantung pada ongkos operasi permenit untuk proses pengasahan (Rp) (standar empirik ongkos pengasahan Rp. 1.500 s/d Rp. 4.000)

#### 2.4.6 Ongkos Penyiapan peralatan

$$C_r = \frac{C_{set} + r_{fix} + C_{pr}}{n_e}$$

(Taufiq Rochim, 2007:12)

Dimana:

$C_r$  = Ongkos Persiapan dan Peralatan Khusus (Rp)

$C_{set}$  = Ongkos pengaturan/ *Setting* mesin (Rp)

$C_{fix}$  = Ongkos perkakas bantu cekam (*Fixture*) (Rp)

$C_{pr}$  = Ongkos penyiapan NC (Berlaku bagi mesin perkakas NC)

$n_e$  = Jumlah Produk yang dibuat untuk satu siklus produksi