

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

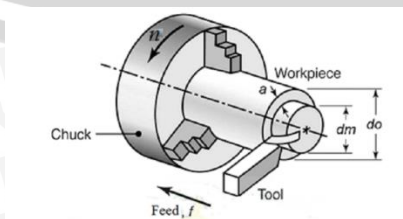
#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Elde (2015) menyatakan setiap Semakin besar laju pemakanan (*feed rate*) yang digunakan maka kekasaran permukaan material akan semakin meningkat. Semakin besar viskositas dari *cutting fluid* yang digunakan maka kekasaran permukaan material akan semakin menurun. Kekasaran permukaan dengan nilai kekasaran yang paling rendah adalah dengan menggunakan *cutting fluid* oli SAE 50 dengan nilai rata-rata kekasaran permukaan yaitu  $2,88 \mu\text{m}$ .

Setyawan (2012) dalam penelitiannya dapat diketahui bahwa putaran *spindle* dan *depth of cut* berpengaruh pada penyimpangan bentuk geometris ulir, dengan nilai putaran spindle dinaikkan maka tingkat penyimpangan geometris ulir akan semakin rendah begitu pula dengan *depth of cut*, dengan semakin bertambahnya *depth of cut* maka tingkat keakurasian geometri ulir akan semakin rendah pula.

#### 2.2 Mesin Bubut ( *Turning* )

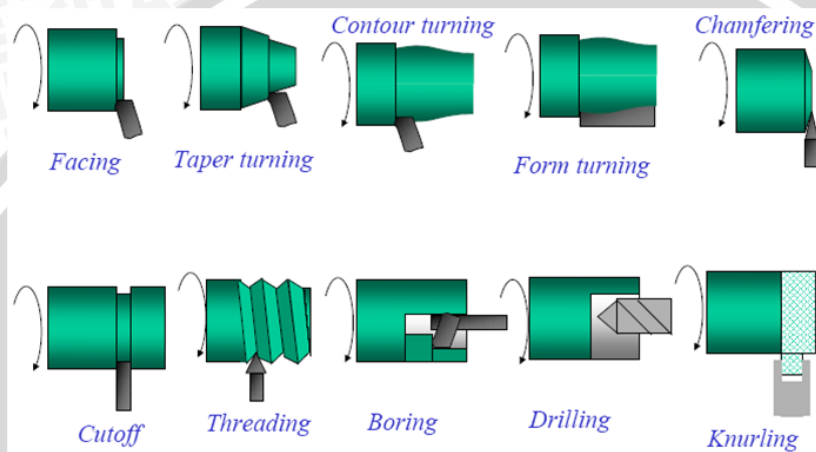
Mesin bubut merupakan mesin pemotong yang gerak utamanya berputar, tempat benda kerja dicekam dan berputar pada sumbunya, sedangkan alat potong bergerak memotong panjang dari benda kerja, sehingga akan terbentuk geram. Berkembangnya teknologi pada mesin bubut maka dibuat mesin bubut CNC (*Computer Numerical Control*). Pergerakan Mesin Bubut CNC dikontrol oleh komputer, sehingga semua gerakan berjalan sesuai dengan program, keuntungan dari sistem ini adalah memungkinkan mesin untuk diperintah mengulangi gerakan sama secara terus menerus dengan tingkat ketelitian yang sama juga.



Gambar 2.1 Gerakan pada Proses Pembubutan

Sumber : Kalpakjian & Schmid (2006)

Mesin CNC memiliki dua macam jenis dilihat dari arah *spindle head* yaitu, Mesin CNC Horizontal, *Spindle* dari mesin ini terdapat sebuah alat otomatis yang menggerakkan spindle secara otomatis. Mesin ini memiliki dua sumbu yaitu sumbu x, dan sumbu z. yang kedua yaitu vertikal, mesin ini memiliki spindle head dengan posisi *vertical*. Sumbu x merupakan arah dari gerakan meja, yang bergerak dari kiri ke kanan, sumbu y merupakan *chuck* yang bergerak naik turun, dan sumbu z adalah gerakan meja mesinnya kedepan dan kebelakang. Dibawah ini merupakan contoh pengerjaan bubut :



Gambar 2.2 Bentuk Dasar Pembubutan

Sumber : Andika (2012)

Jenis operasi yang dapat dilakukan mesin bubut sebagai berikut :

a). Pembubutan *Silindris*.

Adalah suatu cara untuk menopang benda kerja, benda kerja khususnya yang berputar dengan menempatkan penopang ke-2 center di antaranya. Keuntungannya adalah dapat dan mampu menahan pemotongan berat serta sangat sesuai untuk benda kerja yang panjang. Adanya *support* di antara ke-2 ujungnya, maka spindle-nya akan berputar sama, kecuali dengan kehendak yang lain, maka penyetelan yang lain akan dilakukan.

Center kepala tetap (*head stock*) berputar bersama benda kerja, gesekan yang terjadi tidak ada, panas tidak timbul.

b). Pengerjaan Tepi (*facing*)

Permukaan benda kerja yang di potong mesin bubut, disebut juga operasinya kerjaan tepi. Benda kerja dipegang pada plat muka atau di dalam pencekam, pengerjaan tepi dilakukan dengan kedua pusat mesinnya terdapat benda kerjanya. Dilakukan

pemotongan tegak lurus terhadap sumbu putaran, maka kereta luncurnya di kunci dengan benar di bangku pembubutan supaya tidak terjadi timbulnya gerakan arah aksial.

c). Membubut Penguliran

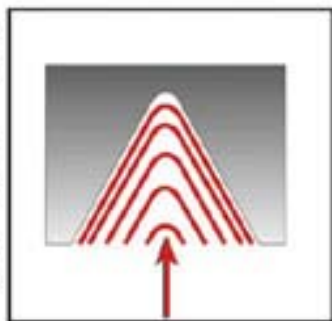
Dimungkinkan membubut atau memotong ulir dalam segala ragam, hanya bentuk khusus saja yang biasanya dilakukan menggunakan mesin bubut.

Mesin bubut menyediakan mekanisme pembubutan ulir dan panel pada mesin bubut sebagai instruksinya. Hanya dengan memilih dan menarik tuas yang diinginkan, maka mesin akan pembubutan ulir yang di harapkan akan berjalan. Kecepatan putaran dan gerakan memanjang searah sumbu benda dapat dilihat terjadinya profil ulir , untuk ulir dimulai dari kisar yaitu jarak antara puncak ulir pemilihan dari pahat ulir yang digunakan dan jenis ulir yang digunakan apakah ulir jenis *whitworth* atau *metric*.

Setidaknya terdapat tiga metode dalam pemakan (*infeed*) pada proses membuat ulir, antara lain :

1. *Radial Infeed*

Umumnya metode ini digunakan untuk membuat ulir, arah dari pemakanan pahat ini tegak lurus ke *centerline* benda kerja atau secara radial, sehingga hasil dari benda kerja yang menggunakan metode ini berbentuk V. Akan tetapi metode ini memiliki beberapa kekurangan antarlain, terjadinya keausan pahat di kedua sisi nosennya, sulitnya chip terbuang disertai getaran pada pahat potong, hal ini mengaibatkan terjadinya gesekan dan tekanan sehingga menimbulkan panas yang cukup tinggi dan mempengaruhi hasil dari produk. Metode seperti ini dapat mengakibatkan umur pahat berkurang dibandingkan dengan metode yang lain. Seperti gambar dibawah ini :



### Radial Infeed

- kedua sisi pahat makan serentak
- mudah panas/rusak
- halus

Gambar 2.3 Arah *radial infeed*

Sumber : Antika (2013)

## 2. *Flank Infeed*

Arah pemakanan pahat pada metode ini berada disepanjang garis yang akan membentuk sudut  $30^{\circ}$  dengan cara menggerakkan *compound rest*. Kelebihan dari metode ini chip yang terbentuk lebih teratur dan terbuang dengan teratur, panas yang dihasilkan sedikit, tetapi terdapat kesulitan dari proses ini yang dimana harus mengubah posisi pahat dengan cara maju dan menyerong  $30^{\circ}$  sehingga hasil pemakanannya kasar. Seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.4 Arah *Flank Infeed*

Sumber : Antika (2013)

## 3. *Incremental Infeed (Flank Kombinasi)*

Metode ini merupakan gabungan dari kedua metode diatas, dengan menggunakan sisi-sisi dari bagian nose pahat secara efektif makan dapat memperpanjang umur dari pahat, tetapi dalam metode ini memiliki kekurangan yang dimana mengganggu aliran chip sehingga berpengaruh terhadap hasil permukaan. Biasanya metode ini digunakan pada ulir yang memiliki pitch yang besar atau ulir yang berukuran besar. Seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.5 Arah *Incremental Infeed*

Sumber : Antika (2013)

## 2.3 Parameter Pemotongan

Setiap melakukan proses pembubutan, dipengaruhi oleh parameter yang ditentukan saat akan melakukan proses pemotongan benda kerja. Parameter pemotongan ini merupakan sebuah ukuran untuk menentukan hasil kualitas dari benda kerja yang dikerjakan, dalam hal ini terdapat beberapa parameter yang mencakup proses pemesinan atau pengerjaan logam, yaitu :

### 2.3.1 Kecepatan Pemakanan (*Feeding*)

Kecepatan pemakanan merupakan suatu elemen yang mempengaruhi bentuk permukaan dari benda kerja, Kecepatan pemakanan sendiri yaitu jarak yang dilalui oleh pahat dalam per satu putaran dari benda kerja, adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pemakanan yaitu material dari pahat porong, jenis dari proses pengerjaan pembubutan dan material dari benda kerja, adapun rumus untuk mencari kecepatan pemakanan, yaitu :

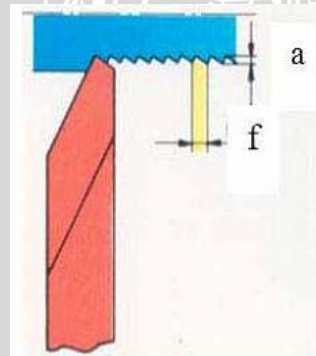
$$V_f = f \cdot n \quad (2.1)$$

Keterangan :

$V_f$  = kecepatan pemakanan ( mm/menit )

$f$  = gerak makan ( mm/menit )

$n$  = jumlah putaran ( rpm )



Gambar 2.6 Gerak Makan

Sumber : Wijanarka (2008 : 154)

### 2.3.2 Kecepatan Potong (*Cutting Speed*)

Kecepatan potong merupakan dimana pahat melalui benda kerja dengan kecepatan tertentu yaitu kecepatan dari pahat untuk menempuh jarak per menitnya, sehingga parameter ini dipengaruhi oleh kekerasan benda kerja / material dan kekerasan dari pahat potongnya. Rumus untuk mencari kecepatan potong, yaitu :

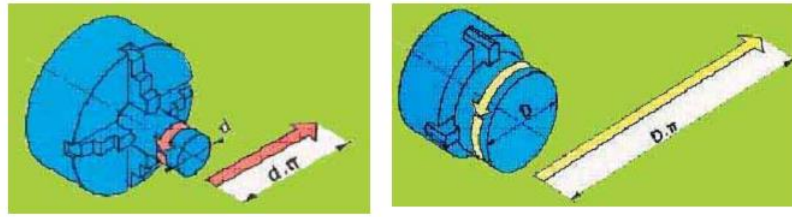
$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (2.2)$$

Keterangan :

V = kec. pemotongan ( mm/menit )

D = diameter dari benda kerja ( mm )

n = jumlah putaran ( rpm )



Gambar 2.7 Panjang Benda Kerja yang Dilalui Pahat

Sumber : Teknik Pemesinan (2008 : 154)

### 2.3.3 Kedalaman Pemotongan (*Depth of Cut*)

Kedalaman pemotongan merupakan kedalaman pahat melakukan pemakanan pada benda kerja dimana proses pemakanannya tegak lurus arah sumbu dari benda kerja , dengan melakukan penyayatan sehingga terjadi pengurangan dimensi dari benda kerja tersebut, adapun rumus untuk mencari kedalaman pemakanan.

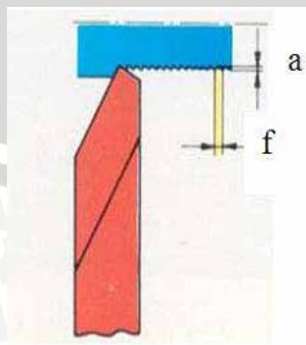
$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \quad (2.3)$$

Keterangan :

a = kedalaman pemotongan (mm)

$d_o$  = diameter awal (mm)

$d_m$  = diameter akhir (mm)



Gambar 2.8 Kedalaman Pemakanan

Sumber : Wijanarka (2008 : 154)

## 2.4 Cutting Fluid

Cairan pendingin berfungsi khusus untuk proses pemesinan. Selain umur pahat yang semakin panjang, cairan pendingin juga, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan dari produk. Adapun fungsinya, cairan pendinginan berfungsi sebagai pembersih atau pembawa geram dan melumasi elemen (*ways*) mesin perkakas serta menjaga agar tidak korosi pada benda kerja. Cairan pendingin bekerja pada daerah kontak antara geram dengan pahat, sebenarnya belumlah diketahui secara pasti prosesnya. Pada umumnya mendinginkan dan melumasi adalah fungsi utama dari cairan pendinginan (Widarto, 2008 : 315). Fungsi cairan pendingin tersebut adalah :

1. Fungsi utama cairan pendinginan :
  - a. Pada kecepatan potong rendah , melumasi untuk proses pemotongan.
  - b. Pada kecepatan potong tinggi untuk mendinginkan benda kerja.
  - c. Pada daerah pemotongan untuk membuang geram.
2. Fungsi kedua cairan pendingin :
  - a. Untuk melindungi dari korosi pada saat penyayatan.
  - b. Benda kerja mudah di ambil.

Pengaruh yang besar saat penggunaan cairan pendinginan pada proses pemesinan terhadap pahat dan benda kerja yang sedang berjalan. Adapun pengaruhnya yaitu :

- a. Permukaan benda kerja menjadi lebih halus.
- b. Mengurangi deformasi benda kerja karena panas.
- c. Umur pahat menjadi panjang.
- d. Membantu membuang/membersihkan geram (Widarto, 2008 : 320).

Dikelompokkan menjadi empat jenis utama cairan pendinginan yang sering kali digunakan pada saat pemesinan yaitu :

### 1. Minyak murni (*straight oils*)

Pengelompokan tidak dapat terjadi pada minyak dan harus berbentuk encer untuk proses pemesinan. Berasal dari salah satu atau kombinasi dari minyak bumi (*naphthenic, paraffinic*), minyak binatang, minyak ikan atau minyak nabati. Minyak ini terdiri dari bahan minyak bumi atau mineral dasar, dan kadang mengandung pelumas yang lain seperti lemak, minyak tumbuhan, dan ester. Selain itu juga ditambahkan adiktif tekanan tinggi seperti *Chlorine, Sulphur dan Phosporus*. Minyak murni menimbulkan pelumasan yang baik daripada yang lainnya (Widarto, 2008 : 317).

## 2. Minyak sintetik (*synthetic fluids*)

Tidak mengandung minyak mineral atau minyak bumi dan untuk penangkal korosi sebagai gantinya dibuat dari campuran organik dan anorganik *alkaline* bersama-sama dengan bahan penambah (*additive*). (biasanya dengan rasio 3 sampai 10%) dengan bentuk yang di encerkan. Cairan ini merupakan larutan murni atau larutan permukaan aktif. Larutan ini mempunyai kelebihan menyerap panas yang tinggi dan bisa melindungi dari korosi (Widarto, 2008 : 317).

## 3. *Soluble Oil*

Dapat diemulsikan saat bercampur dengan air. Konsentrat mengandung pengemulsi untuk menstabilkan emulsi dan minyak mineral dasar. Minyak ini digunakan luas oleh industri pemesinan dan harganya lebih murah. Minyak ini (konsentrasinya = 3 sampai 10%) dengan bentuk yang di encerkan dan penghantaran panasnya bagus dan unjuk kerja pelumasan (Widarto, 2008 : 317).

## 4. Cairan semi sintetik (*semi-synthetic fluids*)

Adalah perpaduan antara minyak sintetik (A) dan *soluble oil* (B) dan memiliki karakteristik ke dua minyak untuk membentuknya. Harga dan kinerja penghantar panasnya terletak antara dua buah cairan pembentuknya tersebut (Widarto, 2008 : 317).

Cara pendinginan di mesin meliputi:

- Pengaliran pendinginan
- Pendinginan cairandingin
- Penyemprotan pendinginan
- Jet pendinginan

Aplikasi pengaliran memberikan cairan pemotongan antarmuka alat / benda kerja dengan cara pipa, selang atau sistem *nozzle*. Cairan pemotongan juga dapat dikabutkan dan ditiup ke alat / benda kerja antarmuka melalui aplikasi semprot. Pemotongan. Metode aliran adalah metode yang paling umum untuk menerapkan cairan pemotongan dalam mengubah, pengeboran, dan proses penggilingan [Jerry P. Byers, "Metalworking Cairan", Marcel Dekker, Inc., 1994] Tingkat Arus dapat serendah 10 l / min untuk memutar dan 200 l / menit. *Chips* dapat hanyut dari daerah pemotongan dalam pengeboran lubang dalam dan akhir penggilingan dengan menggunakan tekanan fluida mulai dari 700 sampai 14.000 kPa [P. Byers, 1994].

Mekanisme pendinginan :



Pendinginan pengaruh mesin di berbagai *ways* dari kontak antara chip dan alat, pendinginan dapat mengurangi suhu chip dengan demikian, mempengaruhi secara langsung gaya gesekan antara *chip* dan *tool*. Bagaimanapun, tekanan kontak yang begitu tinggi sehingga cairan pemotongan tidak memiliki jarak dengan yang benar-benar dapat menembus bidang kontak : pendinginan terutama tidak langsung melalui konduksi dimodifikasi melalui *chip*. Alasan utama untuk pendinginan adalah untuk menghambat tingginya dan sisi keausan dengan membatasi kenaikan suhu yang tajam yang menyertai rentang pendek kecepatan yang lebih tinggi untuk kehidupan alat yang diberikan dapat diperoleh. Suhu rendah berkorelasi dengan kekuatan memotong lebih kecil dan diameter *Chip continous* kecil : suhu yang lebih tinggi dikaitkan dengan kekuatan pemotongan yang tinggi, dan lebih besar chip yang diameter *continous*.

## 2.5 Viskositas

Viskositas adalah ukuran ketahanan fluida terhadap deformasi (perubahan bentuk) akibat tegangan geser ataupun deformasi sudut (*angular deformation*). Viskositas banyak dipengaruhi oleh gaya kohesi antar molekul. Viskositas dari suatu fluida dihubungkan dengan tahanan terhadap gaya menggeser fluida pada lapisan yang satu dengan yang lainnya. Bila suhu naik gaya kohesi akan berkurang sehingga viskositasnya berkurang, jadi kenaikan suhu pada zat cair akan menurunkan viskositasnya. Viskositas rendah maksudnya partikel fluida bergeser dengan mudah seperti : air, kerosin. Viskositas tinggi maksudnya bahwa partikel fluida tidak bergeser dengan mudah seperti : fuel oil, aspal, viskositas dari cairan (liquid) menurun dengan naiknya temperature. (Cengel, 2003). Dinotasikan dengan  $\eta$  ("eta") sebagai rasio tegangan geser. Makin kental suatu cairan, untuk membuatnya mengalir pada kecepatan tertentu maka makin besar gaya yang dibutuhkan.

Dalam sistem standar internasional satuan viskositas ditetapkan sebagai viskositas kinematik dengan satuan ukuran  $\text{mm}^2/\text{s}$  atau  $\text{cm}^2/\text{s}$ .  $1 \text{ cm}^2/\text{s} = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $1 \text{ cm}^2/\text{s} = 1 \text{ St}$  (Stokes) (Stefan, 2012).

## 2.6 Pahat

### 2.6.1 Gaya Potong

Pemilihan gaya potong saat melakukan proses pembubutan sangat penting karena gaya potong akan mempengaruhi hasil dari pemotongan. Hal ini dilakukan untuk

meminimalisir terjadinya besar gesekan ketika terjadi proses pemakanan. Terdapat dua gaya potong yaitu :

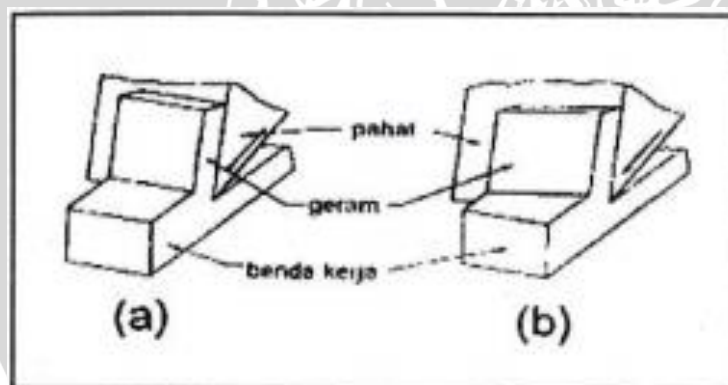
a. Sistem pemotongan tegak (*Orthogonal Cutting*)

Sistem pemotongan ini terjadi apabila sudut potong utama ( $K_r$ ) =  $90^\circ$  dan sudut miring ( $\lambda_s$ ) =  $0^\circ$

b. Sistem pemotongan miring (*Oblique Cutting*)

Sistem pemotongan miring terjadi apabila sudut potong utama ( $k_r$ ) <  $90^\circ$  dan sudut miring ( $\lambda_s$ )  $\neq 0^\circ$ . Untuk luas penampang geram sebelum terpotong ( $A=f.a$ ) yang sama maka panjang pemotongannya ( $b = a/\sin k_r$ ) akan lebih panjang bila  $k_r < 90^\circ$ . Hal ini akan menyebabkan bidang kontak antara geram dengan bidang geram pahat menjadi lebih luas sehingga mempercepat laju pembuangan panas yang dihasilkan dari gesekan antara pahat dengan benda kerja sehingga temperatur pahat menjadi tidak begitu tinggi. Mata potong pahat yang aktif memotong tersebut dapat lebih diperpanjang lagi dengan cara dimiringkan atau sudut miringnya ( $\lambda_s$ )  $\neq 0^\circ$ .

Kedua sistem pemotongan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.9 Sistem pemotongan tegak dan sistem pemotongan miring

Sumber : Boothroyd (1981 : 63)

## 2.6.2 Pemegang Pahat (*Tool Holder*)

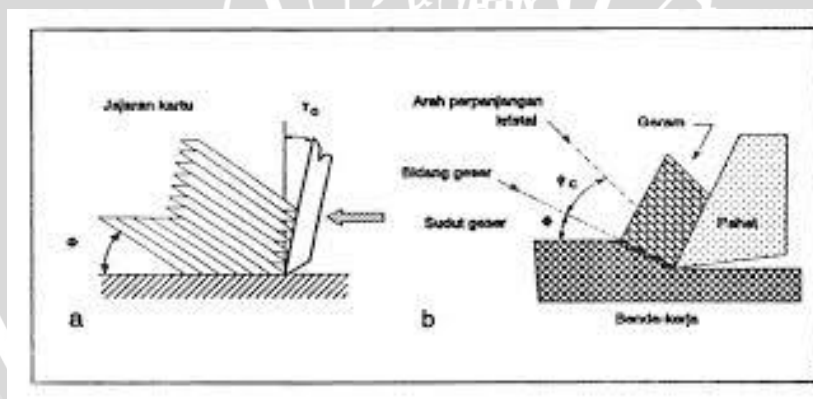
Pemegang pahat (*tool holder*) merupakan komponen yang sangat penting dalam melakukan proses permesinan. Bentuk dari pemegang pahat inipun sangat sederhana yang dimana salah satu ujung *tool holder* ini memiliki sebuah sisipan pahat yang bermacam-macam, tergantung dari kondisi proses permesinan. Jenis-jenis *tool holder* inipun telah memiliki aturan sehingga tidak menyimpang dari ketentuan.

Berikut rincian kondifikasi *tool holder* antara lain :

1. Metode pemasangan sisipan : menentukan bentuk sisipan
2. Bentuk sisipan : menentukan jumlah mata potong
3. Bentuk pemegang : menentukan jenis pemakiannya
4. Sudut bebas : ditentukan bersama-sama dengan susut bebas pada sisipan pahat
5. Posisi mata potong : menentukan arah gerak pemakanan
6. Tinggi, tebal, dan panjang pemegang pahat serta ukuran sisipan.

### 2.6.3 Bentuk Geram (*Chip*)

Proses terbentuknya geram hampir disemua proses pemesinan, yang dimana bentuk dari geram ini sendiri dipengaruhi oleh parameter – parameter dalam pemotongan. Logam bersifat ulet (*ductile*) apabila mendapat tekanan akan timbul tegangan (*stress*) dari pahat di daerah sekitar konsentrasi gaya penekanan. Tegangan pada logam (benda kerja) terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum apabila mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah. Akan terjadi deformasi plastis (perubahan bentuk) yang menggeser dan memutuskan material benda kerja diujung pahat pada suatu bidang geser (*shear plane*) jika tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang bersangkutan.



Gambar 2.10 Pembentukan Geram

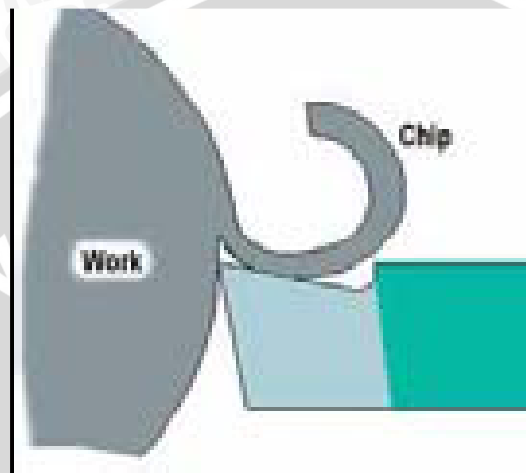
Sumber : Rochim (1993)

#### 2.6.3.1 Tipe Geram

Tipe geram yang terbentuk saat proses pembubutan sangatlah berpengaruh terhadap kualitas hasil pembubutan, sehingga dalam praktiknya pembentukan geram ini harus diperhatikan agar dapat meningkatkan kualitasnya, terdapat empat jenis geram menurut pembentukannya :

### 1. Geram continue (*continuous chip*)

Geram tipe ini dihasilkan saat material terdeformasi tanpa patah dan mengalir diatas pahat seperti pita. Dapat dikatakan material yang terdeformasi melekat dengan material lain hingga terbentuk geram yang kontinyu. Hal ini dikarenakan material yang terdeformasi terjadi gesekan antara material dengan pahat sehingga menghasilkan panas dan panas ini menyebabkan geram hasil pemotongan menyatu.

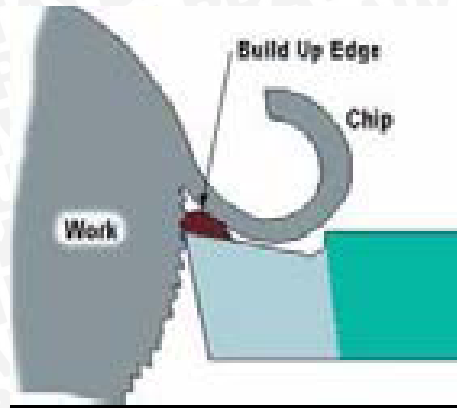


Gambar 2.11 Geram Continues (*continuous chip*)

Sumber : Sumbodo (2008 : 310)

### 2. Geram kontinyu dengan *built-up egde* (BUE)

Geram tipe ini hampir mirip dengan geram kontinyu, hanya saja ada BUE yang terbentuk pada ujung mata pahat. BUE terbentuk akibat gesekan antara material pahat potong dengan benda kerja hingga menghasilkan panas, geram yang tertinggal pada mata pahat potong menjadi sangat lengket hingga seperti dilas karena panas yang disebabkan oleh gesekan material benda dengan pahat potong. Seiring bertambahnya BUE maka akan terjadi pecahan aliran geram menjadi dua. Apabila terjadi peningkatan tegangan geser maka BUE akan menghilang mengikuti aliran, tetapi segera akan terganti BUE lagi yang baru terpotong, begitu seterusnya. Pada saat BUE terlepas dari pahat pahat maka akan membawa sebagian kecil material pahat, jika hal ini berlanjut maka akan menyebabkan pahat aus. Geram tipe ini biasanya terjadi pada saat memotong material yang ulet dengan kecepatan material yang rendah.

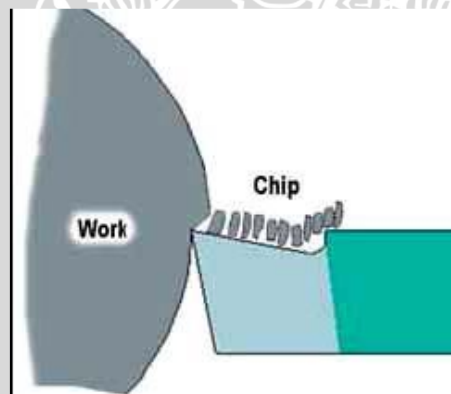


Gambar 2.12 Geram Kontinyu dengan *Built-Up Edge* (BUE)

Sumber : Sumbodo (2008 : 310)

### 3. Geram Diskontinyu (*Discountinous Chip*)

Geram tipe ini terdiri dari segmen-segmen yang terpisah antara satu dengan yang lainnya. Geram jenis ini dihasilkan saat proses pemotongan dengan kecepatan rendah atau terlalu tinggi dan dengan kedalaman pemotongan yang besar pada material yang getas.



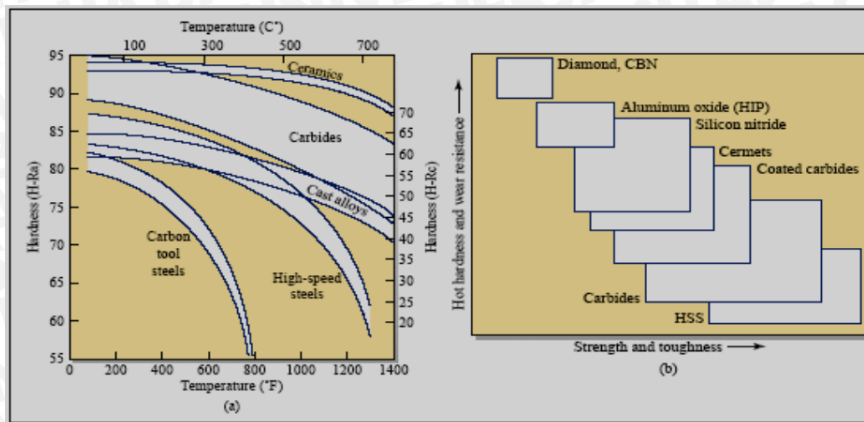
Gambar 2.13 Geram Diskontinyu (*Discountinous Chip*)

Sumber : Sumbodo (2008 : 310)

## 2.7 Material Pahat

Material Pahat Pahat yang baik memiliki sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk berkualitas baik (ukuran tepat) dan ekonomis (waktu yang diperlukan pendek). Ketangguhan (*toughness*) dari pahat diperlukan, sehingga pahat tidak akan pecah atau retak terutama pada saat melakukan pemotongan. *Hot Hardness* adalah Kekuatan dan kekerasan pahat harus tetap bertahan meskipun pada temperatur tinggi. Penentuan material pahat pada jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan (adanya

beban, kejut pengasaran, penghalusan). Baja karbon sampai keramik dan intan adalah material pahat. Sifat *hot hardness* dari beberapa material pahat :



Gambar 2.14 (a) Kekerasan untuk macam material pahat sebagai fungsi dari temperatur, (b) Jangkauan sifat dari material pahat fungsi dari kekuatan.

Sumber : Wijanarka (2008 : 160)

Adapun material pahat yang sering digunakan pada proses pemesinan antara lain :

### 1. Unalloyed Tool Steel

Mengandung karbon 0,5 – 1,5%. Kekerasan hilang di suhu 250°C. *Unalloyed Tool Steel* disebut juga “*Carbon Steel*” atau “*Tool Steel*”, dipakai untuk pengerjaan khusus saja. Untuk kecepatan potong yang tinggi bahan ini tidak cocok digunakan.

### 2. Alloy Tool Steel

Mengandung *tungsten* ( $\pm 18\%$ ), *cobalt*, *chrom* ( $\pm 14\%$ ), *vanadium*, dan *molybdenum*. Tentang macamnya baja, ada baja percampuran rendah dan tinggi. Mampu memotong benda kerja dengan kekerasan  $\pm 18\text{HRC}$  dan mencapai angka CS 200 sfpm (*surface feet/minute*) Baja campuran tinggi / HSS (*High Speed Steel*) ini dipakai membubut dengan kecepatan tinggi. berkemampuan potong dan tahan karat (*Chrom*), memberi tekanan tinggi terhadap keausan pada suhu sampai 600°C (*tungsten*).

### 3. Diamond Tips

Dalam *cutting edge* dari pahat kerap kali berupa diamond tips yang tahan lama dan sangat keras. Untuk pengerjaan *finishing* saja adalah kegunaannya. Diatas 5000 sfpm adalah angka kecepatan mampunya.

### 4. Ceramic Cutting Material

Terdiri atas oksida aluminium tercampur dengan oksida lain sebagai pengikat. Dengan angka kecepatan potongnya 1000 – 2000 sfpm pada pengerjaan *finishing*. Membutuhkan kecermatan terhadap getaran untuk tingkat kerapuhannya.

## 5. Cemented Carbide

Terdiri atas *tungsten, tantalium, boron, cobalt, dan karbon*. Tanpa kehilangan kekerasannya *Carbide* bertahan pada suhu 900°C. Dengan kekerasan  $\pm 60\text{HRC}$  dengan mencapai angka kecepatan potong 1000 sfpm mampu memotong benda kerja.

## 2.8 Ulir (*Thread*)

### 2.8.1 Pengertian Ulir

Ulir adalah garis atau profil melingkar (pada suatu silinder yang mempunyai sudut kisar atau uliran tetap) yang bertujuan untuk memudahkan dalam menggabungkan atau menyambung dua buah komponen sehingga gabungan ini menjadi satu kesatuan unit yang bermanfaat sesuai fungsinya.

### 2.8.2 Fungsi Ulir

Adanya sistem ulir memungkinkan untuk penggabungan dari beberapa komponen menjadi keasatuan unit produk jadi. Fungsinya secara umum adalah :

- Penerus daya, artinya pada dongkrak untuk memindahkan suatu daya menjadi daya lain misalnya sistem ulir. Dengan daya yang relatif ringan adanya sistem ulir ini maka beban yang relatif berat dapat ditahan/diangkat. Ulir segi empat banyak digunakan disini.
- Alat penyambung, artinya menggabungkan beberapa komponen menjadi satu barang jadi. Ulir-ulir segi tiga baik ulir yang menggunakan standar ISO yang biasanya digunakan, American Standard maupun British Standard.
- Alat untuk mencegah terjadinya kebocoran, terutama pada sistem ulir yang digunakan pada pipa. Yang banyak di pakai untuk penyambungan pipa ini adalah ulir-ulir *Whitworth*.

### 2.8.3 Jenis-Jenis Ulir

Jenis ulir dapat di lihat dari gerakan ulir, jumlah ulir tiap gangnya (*pitch*) dan bentuk dari permukaan ulir. Bisa juga jenis ulir ini dilihat pada standart digunakan, misalnya ulir metriks, *whitworth* dan banyak lagi.

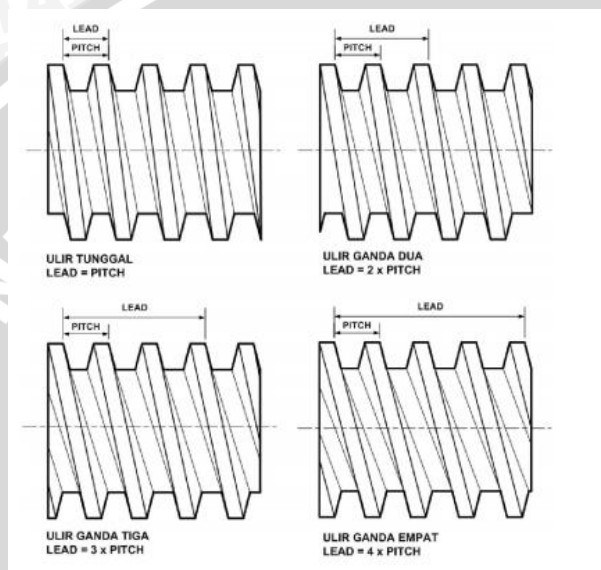
#### a. Menurut Arah Gerakan Jalur Ulir

Arah kemiringan sudut sisi ulir dapat diketahui suatu ulir masuk ulir kiri atau ulir kanan dapat dilihat. Mur dan baut adalah pengecekan untuk memutar pasangan dari komponen yang berulir. Jika murnya bergerak maju maka ulir termasuk ulir

kanan penyebabnya sebuah mur dipasang pada baut yang diputar ke kanan (searah jarum jam) Sebaliknya, bila mur diputar arahnya ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) ternyata murnya bergerak maju maka ulir tersebut termasuk ulir kiri. Ulir kanan adalah yang paling banyak digunakan.

b. Menurut Jumlah Ulir Tiap Gang (*Pitch*)

Ulir di bedakan menjadi ulir tunggal dan ulir ganda dapat dilihat dari banyaknya ulir tiap gang (*pitch*). Dalam satu putaran terdapat lebih dari satu ulir adalah yang di maksud ulir ganda, misalnya dua ulir, tiga ulir dan empat.

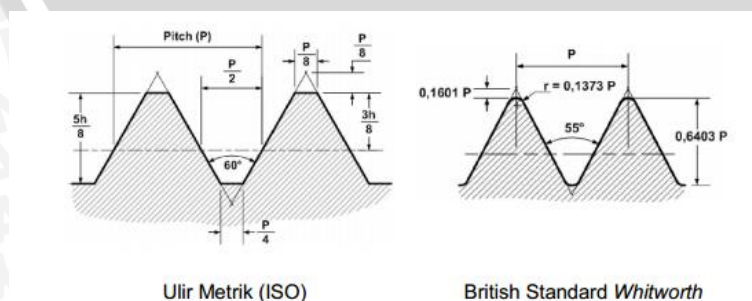


Gambar 2.15 Ulir tunggal dan ganda.

Sumber: Munadi ( 2012 : 151)

c. Menurut Bentuk Sisi Ulir

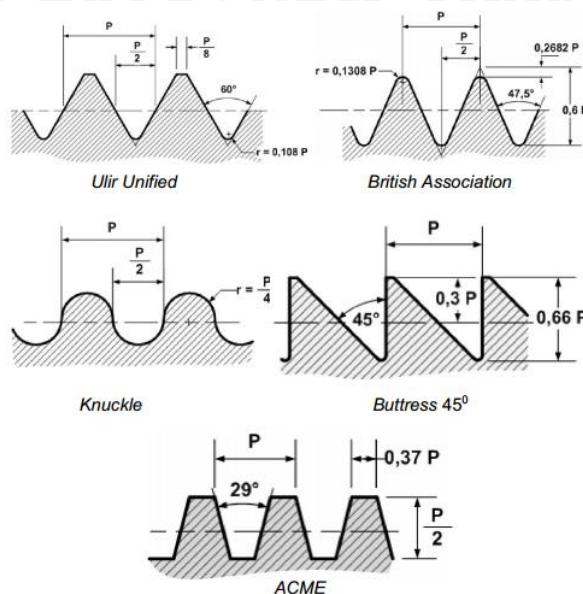
Dapat dibedakan menjadi ulir segi tiga, segi empat, parabol (*knuckle*) dan trapezium. Standart yang digunakan dapat di kaitkan pada ulir ini. Contoh bentuk ulir.



Ulir Metrik (ISO)

British Standard *Whitworth*

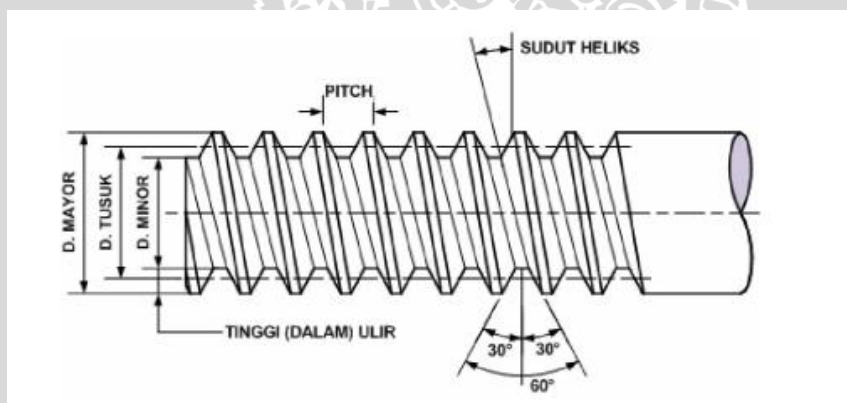




Gambar 2.16 Jenis Ulir bentuk sisi ulir

Sumber : Munadi (2012 : 152)

### 2.8.4 Geometri Ulir



Gambar 2.17 Dimensi - dimensi pada Ulir

Sumber : Munadi (2012 : 153)

- Diameter yang terbesar dari ulir adalah diameter mayor (diameter luar).
- Diameter yang terkecil dari ulir adalah diameter minor (diameter inti).
- Diameter semu letaknya di antara diameter luar dan inti adalah diameter dari *pitch* (diameter tusuk). Letaknya titik singgung antara pasangan dua buah ulir radius dari diameter tusuk pada titik-titik tersebutlah sewaktu dikencangkan akan menerima beban terberat.
- Pengaruh yang besar terhadap pasangan ulir meruakan diantara jarak puncak ulir yang disebut pitch. Jarak antara puncak ulir yang satu dengan puncak ulir tidak sama

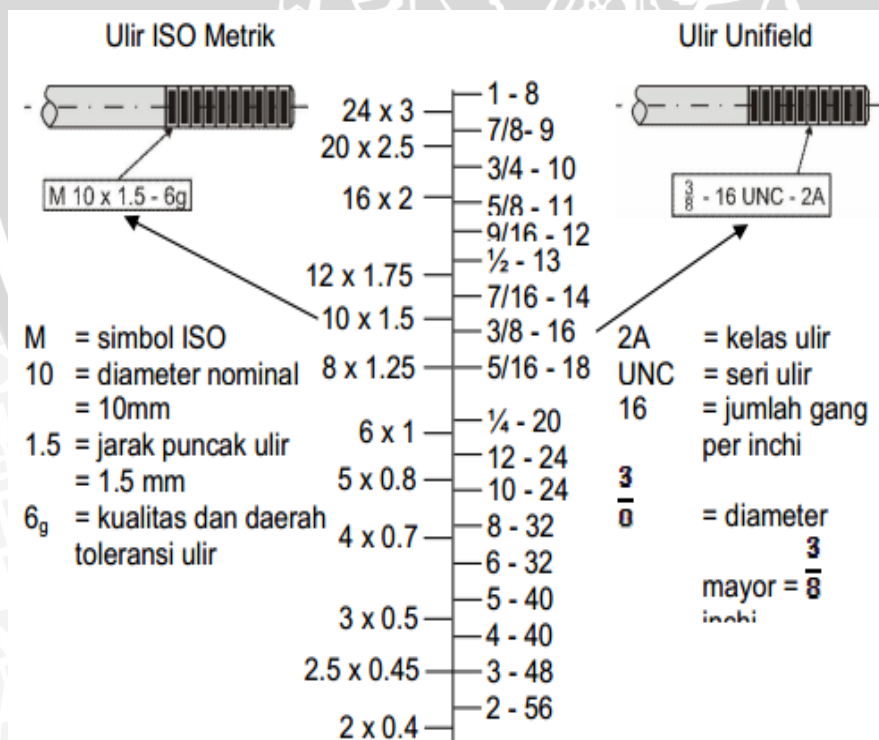
dikarenakan ulir tidak bisa dipasangkan dengan ulir dengan harak puncak ulirnya sama. Akibatnya pasangan dari beberapa komponen satu unit tidak bisa bertahan lama. Kalaupun bisa dengan jalan dipaksa akhirnya juga akan merusakkan ulir sudah betul. Jadi, proses pembuatan jarak puncak ulir harus diperhatikan, batas yang diijinkan dapat dilihat pada kesalahan terjadi pada jarak puncak ulir.

- e. Sudut dari kedua sisi permukaan ulir yang satuannya dalam derajat adalah sudut ulir . Dengan sudut ulirnya  $55^\circ$  untuk ulir *Whitworth*. Dengan sudut ulir nya adalah  $60^\circ$  untuk *American Standard* dan ISO.
- f. Jarak diameter inti dengan luar adalah kedalaman ulir.

### 2.8.5 Standar Umum Ulir

Dalam pembuatan ulir terdapat standar yang dijadikan sebagai acuan karena setiap standar memiliki spesifikasi tersendiri, disini akan dijelaskan perbandingan antara ulir ISO Metrik dan ulir Unified karena kedua standar ini paling umum digunakan.

- Perbandingan Ukuran Ulir ISO Metrik dan *Unified*



Gambar 2.18 Perbandingan Ulir ISO Metrik dan *Unified*

Sumber : Munadi (2012 : 156)

Ulir standar ISO Metrik yang dapat dilihat pada table di bawah ini :

- Tabel 2.1 ISO Metrik Normal

Diameter nominal $d = D$	Gang P	Diameter Tengah $d_2 = D_2$	Diameter terkecil $d_3$	Baut		Mur	
				Luas tegangan tarik $A_s^{(1)-(2)}$	Diameter terkecil $D_1$	Diameter mata bor	
M 1	0,25	0,838	0,69	0,46	0,73	0,75	
M 1,2	0,25	1,038	0,89	0,73	0,93	0,95	
M 1,6	0,35	1,373	1,71	1,27	1,22	1,25	
M 2	0,4	1,740	1,51	2,07	1,57	1,6	
M 2,5	0,45	2,208	1,95	3,39	2,01	2	
M 3	0,5	2,675	2,39	5,03	2,46	2,5	
M 4	0,7	3,545	3,14	8,78	3,24	3,3	
M 5	0,8	4,480	4,02	14,2	4,13	4,2	
M 6	1	5,350	4,77	20,1	4,91	5	
M 8	1,25	7,188	6,47	36,6	6,65	6,8	
M 10	1,5	9,026	8,16	58,0	8,37	8,5	
M 12	1,75	10,863	9,85	84,3	10,10	10,2	
(M 14)	2	12,700	11,55	115	11,83	12	
(M 16)	2	14,701	13,55	157	13,83	14	
(M 18)	2,5	16,376	14,93	192	15,29	15,5	
M 20	2,5	18,376	16,93	245	17,29	17,5	
(M 22)	2,5	20,376	18,93	303	19,29	19,5	
M 24	3	22,051	20,32	353	20,75	21	
(M 27)	3	25,051	23,32	459	23,75	24	
M 30	3,5	27,727	25,71	561	26,21	26,5	
(M 33)	3,5	30,726	28,71	693	29,21	29,5	
M 36	4	33,402	31,09	817	31,67	32	
(M 39)	4	36,401	34,09	975	34,67	35	
M 42	4,5	39,077	36,48	1120	37,13	37,5	
(M 45)	4,5	42,077	39,48	1306	40,13	40,5	
M 48	5	44,752	41,87	1470	42,59	43	
(M 52)	5	48,752	45,87	1758	46,59	47	
M 56	5,5	52,427	49,25	2030	50,04	50,5	
(M 60)	5,5	56,427	53,25	2362	54,04	54,5	
M 64	6	60,102	56,64	2676	57,50	58	
(M 68)	6	64,102	60,64	3055	61,50	62	

Sumber : Mulyana (2013)

### 2.8.6 Kesalahan Profil Ulir

Waktu penguliran kesalahan yang mungkin terjadi antara lain adalah kesalahan dari kesalahan dari diameter *minor*, diameter *mayor*, kesalahan dari diameter pitch, kesalahan dari sudut sisi ulir dan kesalahan dari pitch. Untuk kesalahan diameter *mayor* dan diameter *minor* disebabkan karena kesalahan dimensi (diameter) bahan ataupun karena kesalahan dalam penyetingan pahat pada mesin (terlalu dalam atau terlalu kurang dalam memotongnya) dan kesalahan diameter fungsional berkaitan dengan kesalahan dari diameter *pitch*, kesalahan dari sudut sisi ulir, dan kesalahan dari *pitch*.

#### 1. Kesalahan dari sudut sisi ulir

Kesalahan ini terjadi karena antara lain adanya kesalahan dari sudut pahat atau adanya kesalahan dari penyetingan posisi pahat di mesin.

#### 2. Kesalahan dari Jarak Puncak Ulir (pitch)

Ada 2 hal Pembuatan ulir dengan menggunakan mesin bubut tingkat ketelitian jarak puncak ulir yaitu :

- a. hasil bagi antara kecepatan pemakanan dan kecepatan putar harus tetap konstan selama proses pemotongan berlangsung.

- b. kebenaran hasil bagi (rasio) antara kecepatan pemakanan pahat dengan kecepatan potong pahat (kecepatan putar benda kerja).

Jika syarat pertama tidak terpenuhi akan terjadi kesalahan pit progresif (*progressive pitch error*) yaitu kesalahan jarak puncak ulir (*pitch*). Hal ini mungkin terjadi ada kesalahan kemungkinan pada ulir meja gerak mesin bubut yang penyebabnya pada menetapkan kecepatan potong atau karenakan pendekatan berupa pengerjaan untuk ulir metriks tetapi dikerjakan dengan pembubutan yang menggunakan penggerak ulir dalam inch.

Sebaliknya, kesalahan pit periodik (*periodic pitch error*) adalah apabila dengan syarat nomor dua tidak dapat dipenuhi akan terjadi kesalahan jarak puncak ulir. Hal ini mungkin terjadi saat dilakukan proses penguliran dari ulir penggerak mesin berakibat akan terjadi masalah pada bantalan tekannya. Akibatnya kesalahan dari pitch pada roda gigi yang menggerakkan ulir penggerak dan akibatnya adanya gerakan aksial.

### 3. Ketidaklurusan alur ulir

Kesalahan ini disebabkan adanya kesalahan pitch periodik yang terjadi dalam selang satu pitch. Kesalahan jenis ini lebih sulit diperiksa tetapi pengaruhnya dapat dilihat dari dimensi ulir, baik itu dimensinya membesar ataupun mengecil.

### 4. Pengaruh kesalahan pitch terhadap diameter fungsional

Apabila terjadi kesalahan jarak pitch pada baut, maka akan dilakukan penyesuain pada mur yang benar, dengan cara diameter pitch lebih besar dari harga nominal. (Rochim, 2006)

## 2.9 Accuracy

*Accuracy* dikaitkan dengan apakah hasil dari suatu proses persis atau mendekati sama dengan harga yang telah ditentukan, Misal ketika kita melakukan proses pengeboran dengan menggunakan pahat berdiameter 20 mm, maka hasil lubang yang dihasilkan pada proses tersebut 20 mm atau mendekati, maka proses pengeboran tersebut dapat dikatakan teliti.

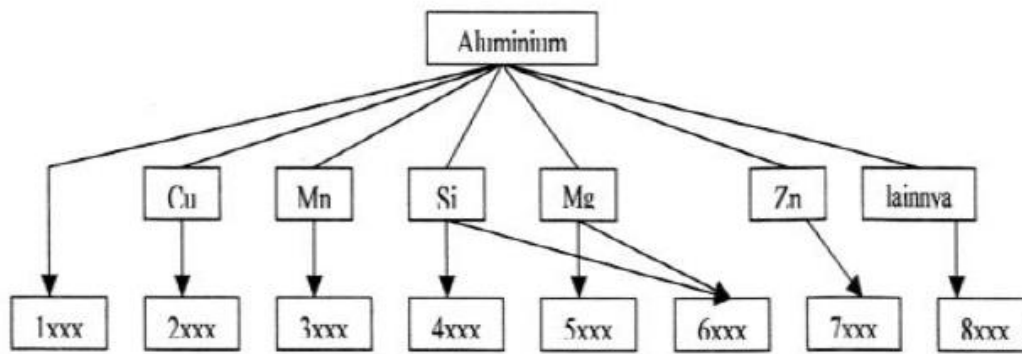
## 2.10 Klasifikasi Paduan Aluminium

Salah satu logam ringan (*light metal*) dan, yaitu dengan kekuatan tarik cukup tinggi, ringan, tahan korosi, aluminium mempunyai sifat fisis dan mekanis yang baik dan banyak digunakan di bidang teknik misalnya sebagai bahan pada struktur pesawat karena

memiliki penghantar panas atau listrik yang baik. Dalam kerak bumi (*crustal abundance*) setelah oksigen dan silikon aluminium menempati urutan ke-3 dari unsur-unsur tersebut.

Di standart AA (*Aluminium Association of America*) dengan penamaan 4 angka.

- Aluminium disingkat Huruf A.
- Angka pertama jenis paduannya :



Gambar 2.19 Aluminium dan Paduannya

Sumber : Afriani (2012)

- Angka 0 ~ 9. 0 menunjukkan paduan dasar, sedangkan 1 ~ 9 menunjukkan perbaikan dari paduan tersebut ditunjukkan angka ke 2.
- Kadar dari kemurnian aluminium untuk aluminium murni ditunjukkan angka ke 3 dan 4.

## 2.11 Hipotesis

Dalam skripsi ini mendapat hipotesis yang dikemukakan adalah semakin tinggi viskositas dari *cutting fluid* maka nilai penyimpangan keakuratan akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan selain berfungsi sebagai media pendingin, *cutting fluid* juga berfungsi untuk membuang geram yang dihasilkan pada proses penguliran. Sehingga semakin tinggi viskositas *cutting fluid* mempunyai pengaruh positif terhadap bentuk permukaan dan keakurasian.