

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang manufaktur membutuhkan kemampuan untuk dapat memanfaatkan teknologi tersebut dalam pembuatan suatu produk manufaktur. Untuk menghasilkan produk-produk manufaktur yang berkualitas baik tentunya proses manufaktur memegang peranan yang sangat penting oleh karena itu pemilihan proses manufaktur yang efektif dan efisien sangat diperlukan. Sehingga dapat menghasilkan produk-produk yang berkualitas baik namun biaya produksinya juga tidak tinggi.

Dalam proses manufaktur dikenal proses permesinan konvensional dan non konvensional. Saat ini proses permesinan non konvensional didominasi oleh mesin-mesin yang menggunakan kontrol komputer atau lebih kita kenal dengan mesin CNC. Mesin CNC mampu mengerjakan suatu produk dengan tingkat ketelitian yang tinggi sehingga dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Dalam proses permesinan terdapat lima parameter permesinan antara lain kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan makan (*feeding speed*), kecepatan penghilangan geram (*metal removal rate*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*) dan waktu pemotongan (*cutting time*). Kelima parameter pemotongan dihitung berdasarkan dimensi benda kerja, konstruksi pahat dan besaran dari mesin perkakas. Salah satu proses permesinan yang paling banyak digunakan adalah proses pembubutan. Proses pembubutan dilakukan untuk mendapatkan produk-produk dengan bentuk silindris, ulir dan juga meratakan benda.

Sistem ulir sudah dikenal dan sudah digunakan oleh manusia sejak beberapa abad yang lalu. Tujuan diciptakannya sistem ulir ini pada dasarnya adalah mendapatkan cara yang mudah untuk menggabungkan atau menyambung dua buah komponen sehingga gabungan ini menjadi satu kesatuan unit yang bermanfaat sesuai dengan fungsinya. Penggunaan sistem ulir untuk penyatuan dua komponen hampir terdapat dalam semua produk teknologi. Sistem ulir telah menjadi salah satu faktor penting dalam kemajuan industri pada semua jenis produksi. Makin tinggi tingkat ketelitian suatu komponen dibuat berarti makin

tinggi pula tingkat ketelitian sistem ulirnya. Oleh karena itu kepresisian ulir menjadi hal yang sangat penting. Apabila ulir tidak presisi maka dalam kekuatan sambungan ulir akan menurun dikarenakan posisinya tidak sesuai, disamping itu dikarenakan fungsi ulir sendiri sebagai pengunci sekaligus sebagai penerus daya sehingga jika kualitas ulir rendah maka akan mengurangi daya tahan ulir.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran secara langsung terhadap besarnya kecepatan potong terhadap pembentukan produk ulir dalam hal ini yang diteliti adalah kepresisian geometri ulir.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas maka permasalahan yang akan diteliti adalah Bagaimanakah pengaruh kecepatan potong terhadap kepresisian geometri ulir?.

1.3 BATASAN MASALAH

Agar didalam pembahasan menjadi lebih terarah dalam pokok permasalahan maka diperlukan beberapa batasan masalah seperti sebagai berikut:

1. Mesin potong yang digunakan adalah mesin CNC EMCO Turn 242
2. Material produk yang digunakan adalah Baja paduan S 45 C.
3. Pahat yang digunakan adalah Jenis pahat insert karbida *Tipe partial profile 60⁰* : MMT 16 ERAG 60 UN
4. Kecepatan potong yang digunakan adalah 80, 90,100,110,120 meter/menit.
5. Kecepatan Spindle mengikuti Variasi kecepatan potong 223,097; 446,195; 669,292; 892,389; 1115,486; 1338,584; 1561,681; 1784,778; 2007,875; 2230,973; 2454,069; 2677,167; 2900,264; 3123,362; 3346,459 rpm
6. Feeding yang digunakan 2,17 mm/rev.
7. Depth of cut yang digunakan 0,967 mm.
8. Tidak membahas jenis dan geometri pahat.
9. Analisis dilakukan terhadap kepresisian geometri ulir.
10. Geometri yang diukur adalah diameter minor, diameter picth besar sudut.

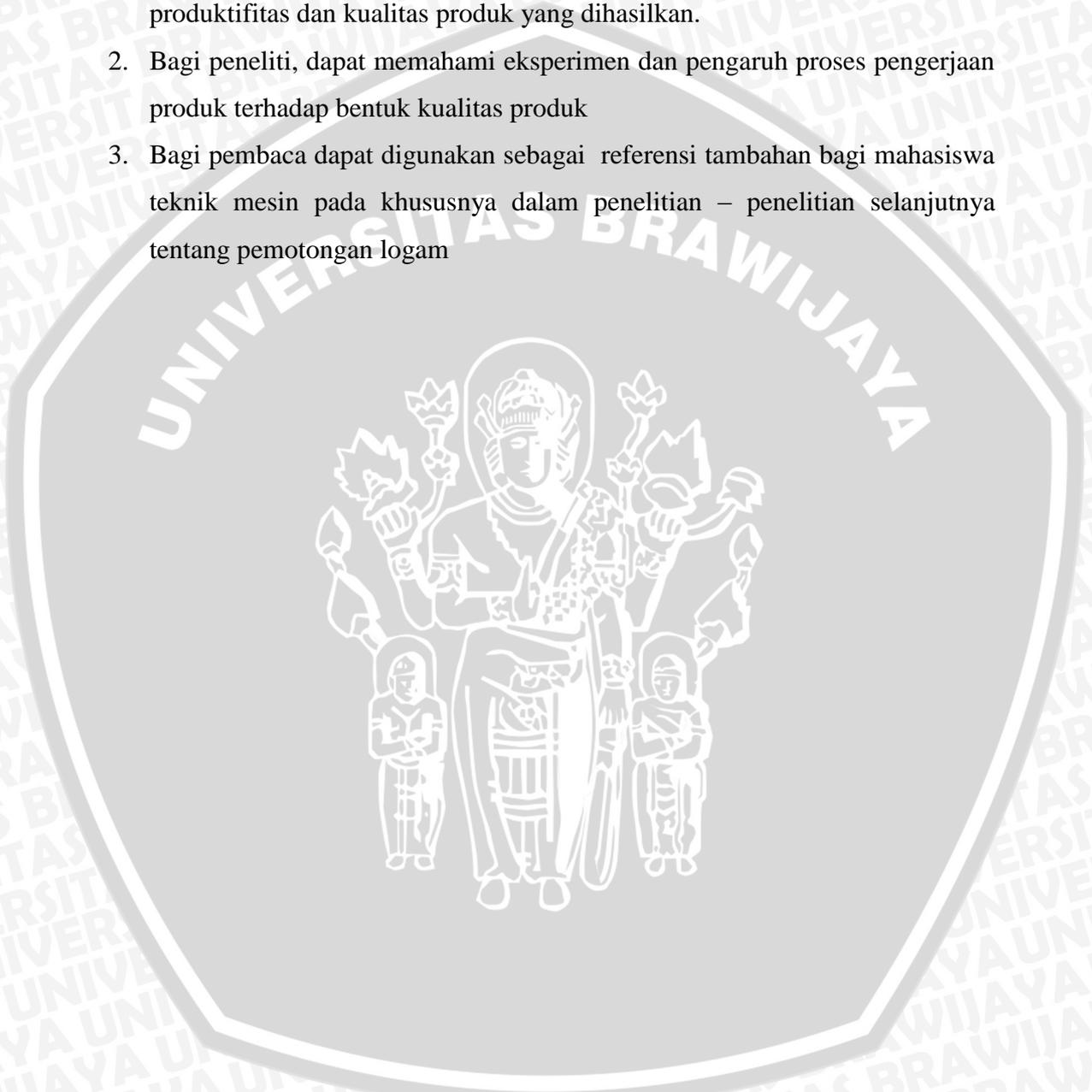
1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong terhadap kepresisian geometri ulir standar Metrik dengan menggunakan besi paduan S 45 C pada mesin CNC EMCO Turn 242.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Melalui penelitian ini didapatkan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai masukan bagi industri manufaktur sehingga dapat meningkatkan produktifitas dan kualitas produk yang dihasilkan.
2. Bagi peneliti, dapat memahami eksperimen dan pengaruh proses pengerjaan produk terhadap bentuk kualitas produk
3. Bagi pembaca dapat digunakan sebagai referensi tambahan bagi mahasiswa teknik mesin pada khususnya dalam penelitian – penelitian selanjutnya tentang pemotongan logam



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian yang dilakukan oleh **Gunay, M .tahun 2010** yang berjudul “*Investigation of the Effects on Screw Thread of Infeed Angle during External Threading*” dapat diketahui bahwa semakin besar sudut dari pahat *single point tools*, sudut *infeed angle* dan pemilihan gaya pemotongan sangat mempengaruhi bentuk dari puncak ulir.

Penelitian Sunarto (2008) yang berjudul pengaruh parameter pemotongan terhadap diameter pits ulir. Dapat diketahui bahwa dengan menggunakan mesin perkakas pernah mencapai harga ideal disebabkan banyak faktor yang mempengaruhi. Penyimpangan ukuran diluar batas toleransi yang telah ditetapkan dapat disebabkan oleh kesalahan manusia dan kondisi mesin yang digunakan untuk membuat produk.

Kosaraju, S. dkk (2012) melakukan penelitian ekperimental untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan pada proses pembubutan. Desain penelitian dilakukan menurut L9 aray milik Taguchi kemudian hasil eksperimen dianalisa menggunakan ANOVA dan didapatkan bahwa kecepatan potong memiliki pengaruh paling besar terhadap besarnya gaya potong..

2.2 Pemotongan Logam dengan Mesin Bubut (*Turning*)

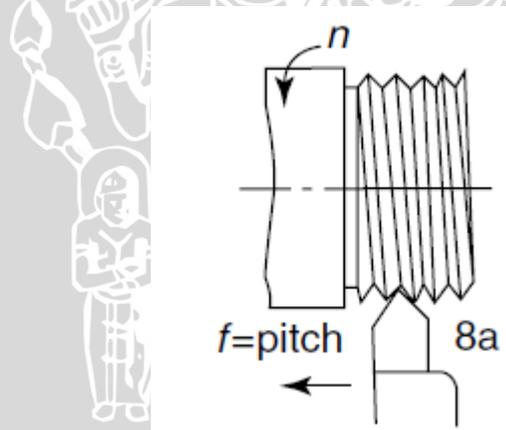
Mesin bubut adalah mesin yang dapat menyesuaikan berbagai macam pengerjaan dengan bentuk silinder atau suatu alat yang dapat memotong/ menyayat dengan dua arah pengerjaan yaitu dari searah dengan sumbu benda dan tegak lurus dari sumbu benda dengan cara memutar benda kerja.

Benda yang dikerjakan dengan proses permesinan yaitu, dijepit pada bagian dari mesin bubut yang disebut *chuck*, kemudian dengan proses berputarnya benda kerja dan disertai dengan gerakan pisau pemotong maka dapat mengerjakan benda yang memiliki dimensi yang panjang maupun pendek

dengan bantuan *tailstock*. Dengan semakin berkembangnya teknologi pada mesin bubut, maka dibuat mesin bubut CNC (*Computer Numerical Control*) yang salah satu kelebihanannya bisa menggerakkan putaran spindle dan bagian mesin yang lainnya menggunakan sistem CAM, yang dimaksud CAM ini adalah sebuah teknologi yang menghubungkan kemampuan dari komputer dengan teknologi tinggi untuk diaplikasikan pada mesin CNC.

Mesin CNC ini memiliki dua macam jenis dilihat dari arah *spindle head* yaitu, Mesin CNC Horizontal, mesin ini memiliki posisi spindle horizontal, spindle dari mesin ini terdapat sebuah alat otomatis yang menggerakkan spindle secara otomatis. Mesin ini memiliki 2 sumbu yaitu, sumbu x, dan sumbu z. Type yang kedua yaitu mesin CNC vertikal, mesin ini memiliki *spindle head* dengan posisi vertikal. sumbu x dimana arah gerakan meja mesin ini bergerak dari kiri ke kanan, sumbu y dimana kepala dari mesin ini bergerak naik-turun, dan sumbu z yang arah gerakan meja mesinnya ke depan dan kebelakang.

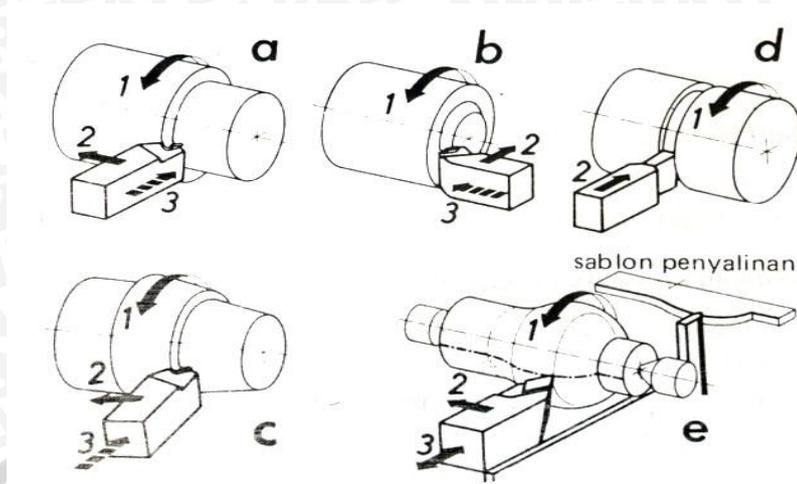
Dibawah ini merupakan gambar dari pengerjaan bubut:



Gambar 2.1: Proses pembubutan Ulir

Sumber : Youssef & Hofy (2008:61)

Mesin bubut merupakan mesin yang sangat dibutuhkan dalam pengerjaan benda yang membutuhkan ketelitian yang tinggi dan kebanyakan pengerjaannya meliputi benda kerja yang berbentuk silinder. Salah satu keuntungan dari mesin bubut adalah dapat mempersingkat waktu pengerjaan dengan memproduksi jumlah produk yang banyak. dibawah ini ada beberapa contoh proses pengerjaan dari mesin bubut, yaitu:



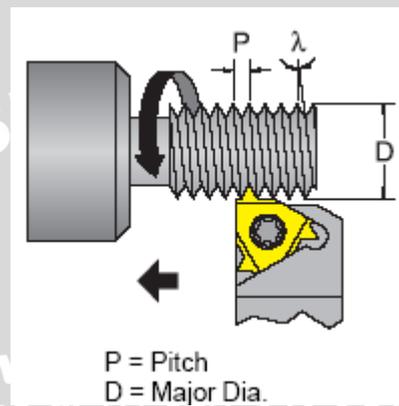
Gambar 2.2 : Macam-macam proses pembubutan

Sumber : Schonmetz (1977:17)

1. Pembubutan memanjang
Gerakan dari alat pemotong bergerak sejajar dengan sumbu x dari benda kerja, sehingga dapat mencapai seluruh permukaan benda kerja dengan berputarnya benda kerja.
2. Pembubutan membidang
Gerakan dari alat potong bergerak tegak lurus dengan sumbu y atau sumbu putaran dari benda kerja, sehingga mendapatkan panjang dari benda kerja yang diinginkan.
3. Pembubutan kerucut/ tirus
Gerakan alat potong bergerak miring dari arah sumbu benda kerja, dengan melalui perhitungan didapatkan kemiringan yang sesuai kebutuhan
4. Pembubutan alur
Gerakan yang arahnya tegak lurus dengan sumbu benda kerja
5. Pembubutan bola
Gerakan alat potong bisa bergerak dua arah yaitu sejajar dengan sumbu dan tegak lurus terhadap sumbu putaran dimana hal tersebut dilakukan secara bersamaan, sehingga menghasilkan bentuk bulat.
6. Pembubutan Ulir

Pembubutan ulir dengan menggunakan mesin bubut merupakan salah satu rangkaian dari pembuatan ulir, sebelum melakukan proses pembubutan ulir dilakukan perbandingan antara putaran spindle dan diameter dari ulir.

Proses terbentuknya profil ulir ini dibantu dengan kecepatan putaran dan gerakan memanjang searah sumbu benda kerja, dimana sebelumnya dilakukan penyettingan terlebih dahulu, untuk ulir dimulai dari kisar, kisar yaitu jarak antara puncak ulir dengan pemilahan dari pahat ulir yang digunakan dan jenis ulir yang ingin dipakai apakah jenis ulir metric atau whitworth sesuai dengan kebutuhan. Seperti pada gambar dibawah ini yaitu proses pembubutan ulir



Gambar 2.3 : Proses Pembuatan ulir dengan Pahat Insert

Sumber : Youssef & Hofy (2008:61)

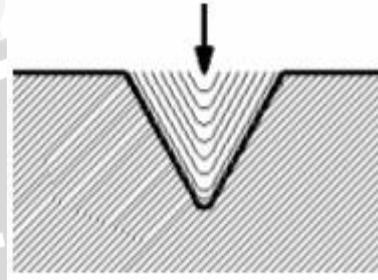
Bentuk dari benda kerja tergantung dari alat potong, parameter-parameter yang mendukung dalam proses penguliran, dan termasuk juga cara pemakanannya, atau disebut juga metode *Infeed*. Metode *infeed* ini digunakan dalam proses pembubutan ulir luar, yang mana metode ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi bentuk ulir, yang disesuaikan dengan jenis mesinnya, material, dan bentuk pahat, .

Dilihat dari arah pemakanannya, terdapat 3 tipe metode yang dipakai dalam *infeed*, yaitu:

1. *Radial Infeed*

Metode ini yang umum digunakan untuk membuat ulir. Arah dari pemakanan pahat ini yaitu secara radial dimana tegak lurus ke *centerline* benda kerja, sehingga hasil dari pemakanan benda kerja berbentuk V . Akan tetapi terdapat beberapa kekurangan yaitu, dengan kedua sisi *nose* dari pahat mengalami keausan, sulitnya *chip* untuk

terbuang disertai dengan getaran pada pahat potong, hal tersebut mengakibatkan terjadinya gesekan dan tekanan sehingga menimbulkan panas yang tinggi. Cara seperti ini umumnya dapat mengakibatkan berkurangnya umur pahat dibandingkan dengan metode yang lain. Seperti pada gambar dibawah ini

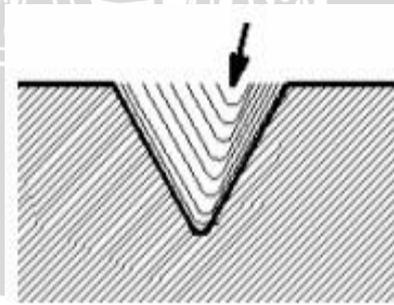


Gambar 2.4 : Arah *radial infeed*

Sumber : Gunay (2007)

2. *Flank Infeed*

Dalam metode ini, arah pemakanan dari pahat ini berada disepanjang garis yang akan membentuk sudut 30° dengan cara menggerakkan *compound rest*. Berbeda dengan metode *radial infeed*, metode ini memiliki kelebihan, yaitu chip dapat terbentuk dengan mudah dan dapat terbuang dengan teratur, panas yang dihasilkan sedikit, tetapi kesulitan dari proses ini adalah terus mengubah posisi pahat dengan cara maju dan menyerong 30° sehingga dapat memberikan hasil dari pemakanan



yang kasar. Seperti pada gambar dibawah ini.

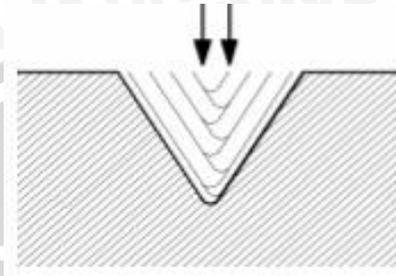
Gambar 2.5 : Arah *flank infeed*

Sumber : Gunay (2007)

3. *Incremental Infeed*

Metode ini penggabungan dari kedua metode, dengan menggunakan sisi-sisi dari bagian *nose* pahat secara efektif maka akan dapat

memperpanjang umur pahat, tetapi kekurangannya dapat mengganggu aliran dari geram (*chip*) sehingga berpengaruh pada hasil akhir permukaan. Metode incremental biasanya di gunakan pada ulir yang memiliki pitch yang besar atau ulir yang berukuran besar. Seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 2.6 : Arah *incremental infeed*

Sumber : Gunay (2007)

2.3 Parameter Pemotongan

Dalam melakukan proses pembubutan, dipengaruhi oleh parameter pada saat melakukan proses pemotongan benda kerja. Parameter pemotongan ini merupakan sebuah ukuran untuk menentukan hasil kualitas dari benda yang dikerjakan, dalam hal ini ada beberapa parameter atau elemen dasar yang mencakup seluruh proses permesinan atau pengerjaan logam, yaitu

2.3.1 Kecepatan potong (*cutting speed*)

Dalam proses pemotongan, dimana pahat tersebut melalui benda kerja dengan kecepatan tertentu yaitu kecepatan dari pahat untuk menempuh jarak per menitnya, sehingga hasil dari kecepatan potong dipengaruhi juga oleh kekerasan dari logam/material dan kekerasan dari pahat potongnya.

Dibawah ini merupakan cara untuk mencari rumus kecepatan potong, yaitu

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (\text{Rochim, 1993:14}) \quad (2-1)$$

Keterangan:

V = kecepatan potong (m/menit)

D = diameter benda kerja (mm)

n = jumlah putaran (rpm)

2.3.2 Kecepatan makan (*feeding speed*)

Kecepatan makan yaitu jarak yang dilalui oleh pahat dalam per satu putaran dari benda kerja. Kecepatan pemakanan merupakan suatu elemen yang mempengaruhi bentuk permukaan dari benda kerja, hal-hal yang mempengaruhi kecepatan pemakanan yaitu bahan dari pahat potong, jenis dari pekerjaan pembubutan dan material benda kerja, rumus untuk mencari kecepatan pemakanan adalah:

$$V_f = f \cdot n \quad (\text{Rochim,1993:15}) \quad (2-2)$$

Keteranngan:

V_f = kecepatan pemakanan (mm/min)

f = gerak makan (mm/rev)

n = jumlah putaran (rpm)

2.3.3 Kedalaman Pemotongan (*depth of cut*)

Kedalaman pemotongan adalah kedalaman pahat dalam melakukan pemakanan benda kerja dimana proses pemakanannya tegak lurus arah sumbu dari benda kerja/ produk atau melakukan pemakanan dari diameter awal(d_o), dengan melakukan penyayatan sehingga terjadi pengurangan diameter benda yang disebut diameter akhir (d_m). Dibawah ini terdapat rumus untuk mencari kedalaman pemotongan (*depth of cut*)

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \quad (\text{Rochim,1993:15}) \quad (2-3)$$

Keterangan:

a = kedalaman pemotongan (mm)

d_o = diameter awal (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

2.3.4 Putaran *Spindle*

Sebelum melakukan proses permesinan, terlebih dahulu tentukan besaran nilai kecepatan putaran, besaran nilai ini akan mempengaruhi hasil dari produk yang akan dikerjakan dan pengoptimalan dalam proses pembubutan.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (\text{Youssef \& Hofy.A, 2008: 60}) \quad (2-4)$$

Keterangan:

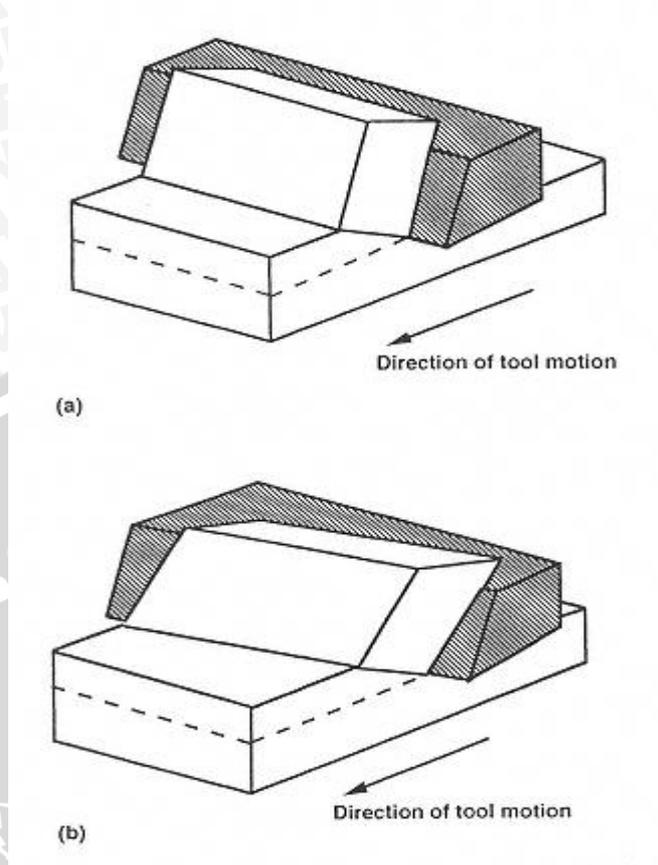
- n = putaran spindel (rpm)
- v = kecepatan potong (m/menit)
- d = diameter benda (mm)

elemen proses permesinan yang ada diatas merupakan besaran-besaran yang ada pada dimensi benda dan bagian komponen yang mempengaruhi pada proses pembubutan, sehingga dapat menjadi patokan ketika melakukan proses perhitungan.

2.4 Gaya Potong

Dalam melakukan proses pembubutan, pemilihan gaya pemotongan sangatlah penting dikarenakan salah satunya dapat mempengaruhi hasil pemotongan. Gaya pemotongan ini dilakukan guna menghindari terjadinya besarnya gesekan ketika terjadi proses pemakanan. Terdapat dua macam gaya pemotongan yaitu:

- a. Gaya potong secara *orthogonal* (lurus)
Gaya pemotongan yang posisi potong pahat tegak lurus sumbu utama benda membentuk sudut 90°
- b. Gaya potong secara *oblique* (miring)
Posisi alat pemotongan ini memiliki sudut kemiringan yang bervariasi, dengan menggunakan posisi pemotongan secara *oblique* maka akan membuat bidang kontak antara mata potong pahat dengan benda lebih besar dan selain itu juga dapat mempercepat laju pembuangan panas saat terjadi proses pemotongan.



Gambar 2.7 : Gaya potong *othogonal* dan *oblique*

Sumber : Stephenson (1997:2)

Gaya potong sangat mempengaruhi hasil produk yang dikerjakan, pada gaya potong terdapat banyak gaya yang terjadi, salah satunya gaya potong yang terjadi pada proses pembentukkan geram

Sudut geser Φ merupakan sudut yang berpengaruh dalam gaya potong, dikarenakan ditentukan oleh sudut geram, sehingga semakin besar sudut geram maka sudut geser akan membesar dan menyebabkan penurunan luas pada bidang geser sehingga menurunkan gaya potong, dibawah ini merupakan persamaan dari sudut geser

$$\phi = 45^{\circ} + \frac{\gamma_0}{2} - \frac{\eta_0}{2} \quad (\text{Rochim,1993:15}) \quad (2-5)$$

keterangan :

- Φ = Sudut geser
- γ_0 = Sudut geram
- η = Sudut gesek

Suatu analisis mekanisme pembentukan geram yang dikemukakan oleh *Merchant* mendasarkan teorinya atas model pemotongan sistem tegak (*orthogonal system*). Sistem pemotongan tegak merupakan penyederhanaan dari sistem pemotongan miring (*oblique system*) dimana gaya dan komponennya hanya dianalisa pada suatu bidang. Beberapa asumsi yang digunakan dalam menganalisa model adalah :

- Mata potong pahat sangat tajam tidak menggosok atau menggaruk benda kerja.
- Deformasi terjadi hanya dalam dua dimensi.
- Distribusi tegangan yang merata pada bidang geser.
- Gaya aksi tegangan dari pahat terhadap geram adalah sama besar dan segaris (tidak menimbulkan momen kopel).

Karena sistem gaya dipandang hanya pada satu bidang (bukan ruang), maka gaya total dapat dipecahkan menjadi dua komponen gaya yang saling tegak lurus. Tergantung dari cara pemisahan komponen, dalam hal ini dapat dikemukakan tiga cara yaitu :

1. Gaya total (F) ditinjau terhadap proses deformasi material, dapat dipecahkan kedalam 2 komponen :
 - F_s = gaya geser yang mendeformasikan material pada bidang geser sehingga melampaui batas elastis (N)
 - F_{sn} = gaya normal pada bidang geser yang menyebabkan pahat tetap menempel pada benda kerja (N)
2. Gaya total (F) dapat diketahui arah dan besarnya dengan cara membuat dinamometer (alat ukur gaya, dimana pahat dipasang padanya dan alat tersebut dipasang pada mesin perkakas) yang mengukur 2 komponen gaya :
 - F_v = gaya potong, searah dengan kecepatan potong (N)
 - F_f = gaya makan, searah dengan kecepatan makan (N)
3. Gaya total (F) yang bereaksi pada bidang geram (bidang pada pahat dimana geram mengalir) dibagi menjadi dua komponen untuk menentukan koefisien gesek dari geram terhadap pahat :
 - F_γ = gaya gesek pada bidang geram (N)

$$\text{Maka, } F_v = \frac{F_s \cos(\eta - \gamma_o)}{\cos(\Phi + (\eta - \gamma_o))} \quad (\text{Rochim, 1993:28}) \quad (2-4)$$

Gaya geser F_s dapat diganti dengan penampang bidang geser dan tegangan geser yang terjadi padanya,

$$F_s = A_{shi} \cdot \tau_{shi} \text{ (N)}$$

$$\tau_{shi} = \text{Tegangan geser pada bidang geser (N/mm}^2\text{)}$$

$$A_{shi} = \text{Penampang bidang geser (mm}^2\text{)}$$

$$= A / \sin \Phi \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$A = \text{Penampang geram sebelum terpotong (mm}^2\text{)}$$

$$= b \cdot h \text{ (mm}^2\text{)}$$

Maka dengan demikian persamaan gaya potong :

$$F_v = \tau_{shi} \cdot b \cdot h \frac{\cos(\eta - \gamma_o)}{\sin \Phi \cdot \cos(\Phi + (\eta - \gamma_o))} \text{ (N)}$$

(Rochim, 1993:28) (2-5)

dari rumus (2-5) dapat disimpulkan beberapa variabel yang mempengaruhi gaya pemotongan sebagai berikut :

1. Tegangan geser (dinamis) menentukan besarnya gaya potong, dengan demikian kekuatan benda kerja merupakan faktor penentu dalam proses pemesinan. Dalam praktek telah diketahui bahwa untuk benda kerja aluminium lebih rendah dari pada gaya potong benda kerja baja. Dalam hal ini perlu dicatat bahwa tegangan geser tersebut harganya tidak dapat diukur secara langsung melalui percobaan tarik yang umum dilakukan bagi test kekuatan logam, sebab kecepatan regangnya yang terjadi dalam proses pemesinan sangat tinggi.
2. Semakin besar penampang geram, gaya potong akan semakin besar.
3. Sudut geram dan sudut geser menentukan besarnya gaya potong.

Berdasarkan pendekatan yang dilakukan oleh Kienzle (1996), gaya pemotongan dipengaruhi oleh *cutting stress* dan *chip area*, yang dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$F_c = A \cdot k_s \quad (1)$$

dimana F_c adalah gaya potong (N); A , chip cross-section (mm^2); k_s , gaya potong spesifik material (N/mm^2). Sedangkan nilai dari k_s yang digunakan untuk menghitung gaya potong utama (F_c) diperoleh dari persamaan:

$$k_s = k_{11} / h^m \quad (2)$$

dimana k_{11} adalah *specific cutting force* yang diperlukan untuk menghasilkan chip cross-section dengan ketebalan (h) = 1 mm dan lebar (b) = 1 mm, sedangkan m adalah *slope* dari kurva logaritmik antara k_{11} dan h yang besarnya tergantung dari material benda kerja. Ada banyak faktor yang mempengaruhi besarnya gaya potong (F_c), antara lain: faktor sudut potong (k_γ); faktor kecepatan potong (k_v); faktor keausan pahat (k_a); faktor akibat dari material pahat (k_t). Faktor yang disebabkan sudut potong dapat dihitung sebagai berikut (Mehdi, F., 2001):

$$k_\gamma = C - 1,5\gamma / 100 \quad (3)$$

dimana γ adalah sudut potong ($^\circ$); C adalah konstanta akibat adanya sudut potong (109 untuk baja; 103 untuk material lain). Dengan memasukkan semua faktor tadi, gaya potong utama (F_c) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$F_c = A \cdot k_s \cdot k_v \cdot k_\gamma \cdot k_a \cdot k_t \quad (4)$$

Persamaan 4 inilah yang digunakan untuk menghitung gaya potong (F_c) secara empirik (Günay, M., dkk, 2004).

2.5. Pahat

2.5.1 Material Pahat

Proses pembentukan geram dengan cara permesinan melibatkan pertemuan antara dua jenis material pahat dan benda kerja. Untuk menjamin proses ini berjalan dengan baik maka diperlukan material pahat yang lebih unggul

daripada material benda kerja. Keunggulan yang dimaksud meliputi sebagai berikut:

- Kekerasan

Kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja, baik pada temperatur ruang maupun pada temperatur tinggi.

- Keuletan

Keuletan yang cukup besar, untuk menahan beban kejut yang terjadi selama proses pemrosesan.

- Sifat adhesi rendah

Hal ini sangat penting untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan.

Pada saat proses penghasilan geram berlangsung, pahat dan benda kerja akan mengalami gaya gesek yang akan menimbulkan panas. Selain itu tekanan pada benda kerja terhadap pahat juga akan mempengaruhi keausan pada bidang-bidang utama pahat (bidang muka pahat dan bidang potong utama).

Proses keausan ini dapat berlangsung terus-menerus sehingga bisa mengubah bentuk dari mata potong. Karena perubahan bentuk ini permukaan benda kerja menjadi kasar. Untuk memperpanjang daya tahan pahat, maka material dari pahat harus mempunyai sifat cukup kuat dan keras untuk menahan tekanan dan temperatur tinggi akan tetapi tidak boleh terlalu rapuh serta memiliki ketahanan aus yang baik.

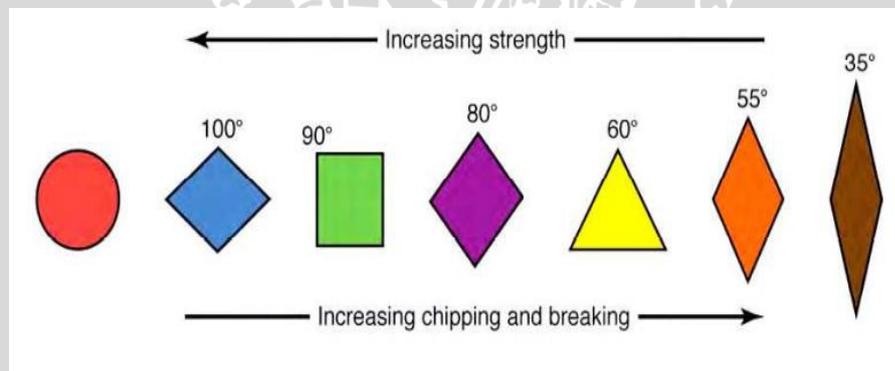
2.5.2 Pahat *Insert*

Pahat *insert* merupakan bagian dari alat potong yang biasa digunakan pada proses pemrosesan. *Insert* ini dapat dipasang dan dilepas sesuai dengan kebutuhan. Bentuk dan ukurannya bermacam-macam, ada yang segi empat, segitiga, bulat atau bentuk lain yang disesuaikan dengan kebutuhan pemotongan. Pada gambar 2.4 merupakan salah satu contoh dari pahat *insert*.



Gambar 2.9 Pahat bubut sisipan (*inserts*)
Sumber: *Korloy Technical Guide*

Geometri *insert* berpengaruh dalam proses pemotongan material. Bentuk sudut pada *insert* berpengaruh pada kekuatan, temperatur, ketahanan pemotongan, kemampuan pemotongan, *tool life*, *finishing* permukaan, *chatter* dan arah pembuangan *chip*. Pada gambar 2.11 ditunjukkan pengaruh dari beberapa geometri pahat *insert* terhadap kekuatan pahat itu dan kemampuan pelepasan geramnya.



Gambar 2.10 Berbagai geometri pahat dan kemampuannya.
Sumber: *Korloy Technical Guide*

Pahat *insert* sangat banyak ragam/variasi berdasarkan fungsi, jenis material pahat dan kemampuan pahat tersebut. *Insert* sendiri dalam aplikasinya memiliki beberapa tipe yang berbeda-beda sesuai dengan bentuk dan ukuran. Tiap-tiap produsen pahat memiliki sistem penomorannya sendiri, namun pada umumnya pahat insert memiliki 4 huruf kapital di awal nomer serinya. Misalkan TNMA, maksudnya adalah :

- T = menunjukkan bentuk insert (T = *Triangle 60°*)
- N = menunjukkan sudut bebas orthogonal (N = 0°)
- M = menunjukkan toleransi insert
- A = menunjukkan konfigurasi lubang insert dan *chip breaker*

2.5.3 Geometri Pahat

Geometri pahat terdiri dari tiga bagian penting, yaitu:

1. Elemen pahat

- a. Badan (*body*) : bagian pahat yang dibentuk menjadi mata potong.
- b. Pemegang (*shank*) : bagian pahat untuk dipasangkan pada mesin perkakas.
- c. Dasar (*base*) : bidang rata pada pemegang untuk meletakkan pahat.

2. Bidang pahat merupakan permukaan aktif dan selalu ada pada setiap pahat.

Ada tiga bagian penting bidang pahat, yaitu:

- a) Bidang geram (*face*) : bidang dimana geram mengalir.
- b) Bidang utama (*major flank*) : bidang yang menghadap permukaan benda kerja. Permukaan benda kerja akan terpotong akibat gerakan pahat relatif terhadap benda kerja.
- c) Bidang bantu (*minor flank*) : bidang yang menghadap permukaan potong dari benda kerja.

3. Mata potong

Mata potong yakni tepi dari bidang geram yang aktif memotong. Mata potong dari pahat tersebut adalah:

- Mata potong utama (*major cutting edge*) :
Garis perpotongan antara bidang geram dengan bidang utama.
- Mata potong bantu (*minor cutting edge*) :
Garis perpotongan antara bidang geram dengan bidang bantu.

Pada umumnya terdapat tiga jenis geometri pahat potong berdasarkan bentuk ujung pahat yang sering digunakan yaitu:

1. Mata potong pahat tajam (*up-sharp edge*)
2. Mata potong pahat membentuk radius (*hone or round edge*)
3. Mata potong pahat camfer (*chamfer edge*)

Desain dari geometri mata pahat potong ini berpengaruh terhadap parameter proses seperti ketahanan aus pahat.

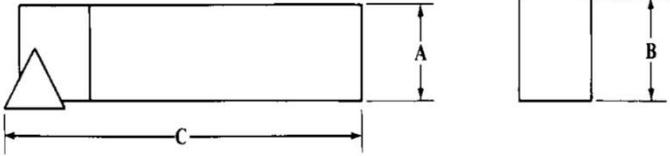
2.6 Pemegang pahat (*Tool Holder*)

Pemegang pahat merupakan alat yang sangat penting dalam menunjang proses permesinan. Bentuk pemegang pahat atau *tool holders* ini sangat sederhana, dimana salah satu ujung *tool holders* ini memiliki sebuah sisipan-pahat yang bermacam-macam, tergantung kondisi pemotongan. Agar pemegang pahat ini tidak menyimpang dari ketentuan maka telah dibuat aturan yang mengatur jenis-jenis pemegang pahat. Dibawah ini terdapat rincian kodifikasi pemegang pahat antara lain :

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

Pemegang pahat ini dibuat dengan dilakukan perlakuan kekerasan sehingga termasuk baja yang berkualitas. Jenis sisipan dari pemegang pahat (*tool holders*) ini menggunakan baut yang menjepit mata pahat sehingga memiliki kondisi yang kokoh. pemegang pahat memiliki standard dari bentuk ukuran *tool holders* karena merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari produk yang akan dilakukan proses permesinan, yaitu :

Table 1. Standard Shank Sizes for Indexable Insert Holders



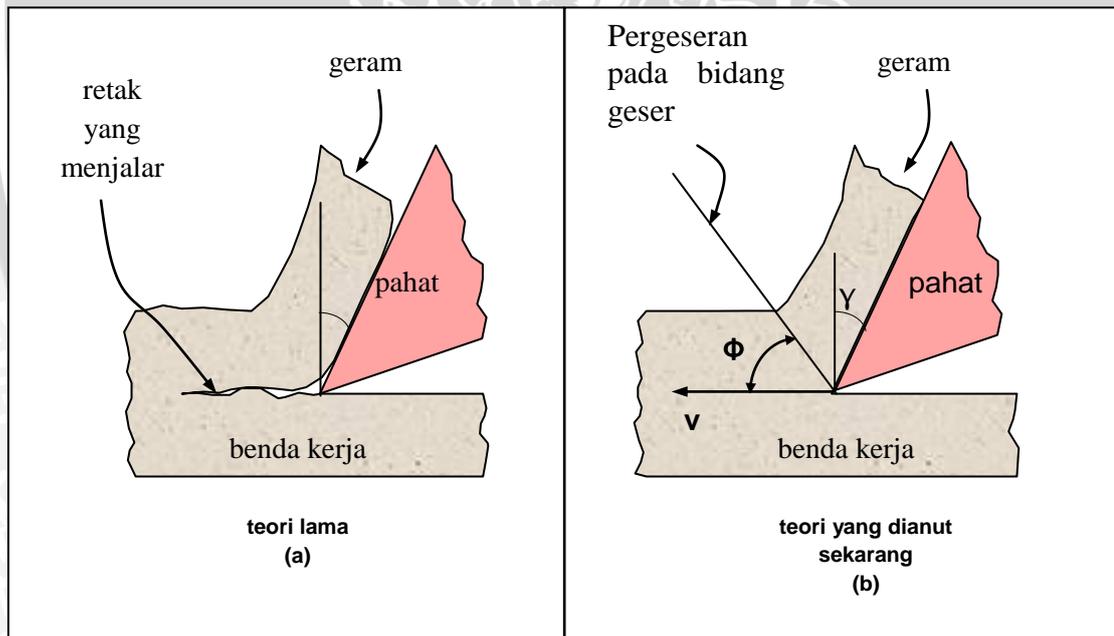
Basic Shank Size	Shank Dimensions for Indexable Insert Holders					
	A		B		C ^a	
	In.	mm	In.	mm	In.	mm
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$	0.500	12.70	0.500	12.70	4.500	114.30
$\frac{3}{8} \times \frac{3}{8} \times 4\frac{1}{2}$	0.625	15.87	0.625	15.87	4.500	114.30
$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{4} \times 6$	0.625	15.87	1.250	31.75	6.000	152.40
$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times 4\frac{1}{2}$	0.750	19.05	0.750	19.05	4.500	114.30
$\frac{3}{4} \times 1 \times 6$	0.750	19.05	1.000	25.40	6.000	152.40
$\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{2} \times 6$	0.750	19.05	1.250	31.75	6.000	152.40
$1 \times 1 \times 6$	1.000	25.40	1.000	25.40	6.000	152.40
$1 \times 1\frac{1}{4} \times 6$	1.000	25.40	1.250	31.75	6.000	152.40
$1 \times 1\frac{1}{2} \times 6$	1.000	25.40	1.500	38.10	6.000	152.40

Tabel 2.1 : Standard pemegang pahat (*tool holder*)

Sumber : Oberg (2008)

2.7 Mekanisme Pembentukan Geram

Pada mulanya diperkirakan bahwa geram terbentuk karena adanya retak rambut (*micro crack*) yang timbul pada benda kerja tepat diujung pahat pada saat pemotongan dimulai. Dengan bertambahnya tekanan pahat, retak rambut tersebut menjalar kedepan sehingga terjadilah geram, seperti ditunjukkan gambar 2.7(a).



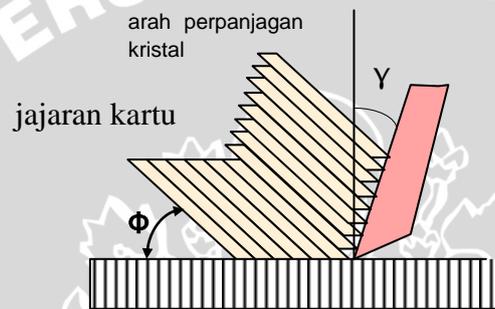
Gambar 2.11 Teori tentang pembentukan geram.

Sumber : www.scribd.com (modul 5 CNC Nutranta, R. 2010)

Anggapan ini sekarang sudah ditinggalkan berkat hasil berbagai penelitian dalam mempelajari mekanisme pembentukan geram. Logam yang pada umumnya bersifat ulet (*ductile*) apabila mendapat tekanan akan timbul tegangan (*stress*) didaerah sekitar konsentrasi gaya penekanan dari pahat.

Tegangan pada logam (benda kerja) tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang bersangkutan maka akan terjadi deformasi plastis yang menggeser dan memutuskan material benda kerja diujung pahat pada suatu bidang geser (*shear plane*) sebagaimana gambar 2.7(b).

Bidang geser mempunyai lokasi tertentu yang membuat sudut terhadap vektor kecepatan potong, dan dinamakan dengan sudut geser (*shear angle*, Φ). Proses terbentuknya geram tersebut dapat dianalogikan dengan tumpukan kartu sebagai berikut :



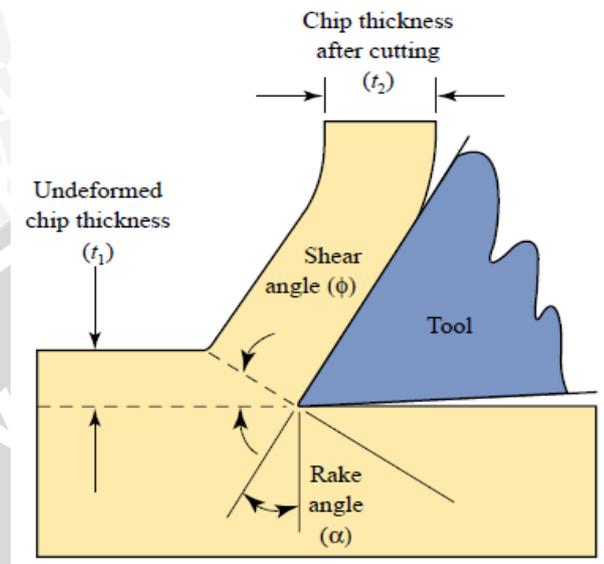
Gambar 2.12 Pembentukan geram dan deformasi bahan.
Sumber: (modul 5 CNC Nutranta, R. 2010)

Bila setumpuk kartu dijajarkan dan diatur dengan sedikit miring (sesuai dengan sudut geser, Φ) kemudian didorong dengan papan atau penggaris yang membuat sudut terhadap garis vertikal (sesuai dengan sudut geram, γ_0) maka kartu diujung papan akan tergeser keatas relatif terhadap kartu dibelakangnya. Pergeseran itu berlangsung secara berurutan dan kartu terdorong melewati bidang atas papan, (gambar 2.8). Analogi kartu tersebut menerangkan keadaan sesungguhnya dari kristal logam yang terdeformasi sehingga merupakan lapisan tipis yang tergeser pada bidang geser.

2.7.1 Bentuk Geram

Material yang ulet biasanya apabila mengalami teekan akan mengalami tegangan didaerah sekitar konsentrasi tegangan terjadi. Tegangan yang terjadi pada material pahat sangatlah kompleks, hingga menjadi tegangan geser dan pada satu arah tegangan akan

mengakibatkan tegangan geser maksimum. Apabila tegangan ini melebihi tegangan geser maksimum material maka material akan terdeformasi plastic yang menggeser hingga memutuskan ujung material pahat dan akan menghasilkan geram seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.13 :Pembentukan geram

(Sumber :Schneider(2002:10))

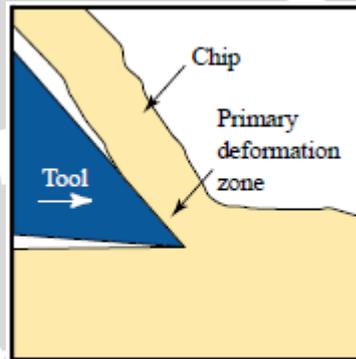
2.7.2 Tipe Geram

Tipe geram yang terbentuk saat proses pembubutan sangatlah berpengaruh terhadap kualitas hasil pembubutan atau kualitas pada perkukaan hasil bubutan. Sehingga dalam praktiknya pembentukan geram ini harus diperhatikan agar dapat meningkatkan kualitasnya. Ada empat jenis geram menurut pembentukanya, antara lain:

1. Geram kontinyu (*continous chip*)

Geram kontinyu dihasilkan ketika material terdeformasi tanpa patah dan mengalir diatas mata potong seperti pita. Dapat dikatakan material yang telah terdeformasi melekat dengan material lain hingga terbentuk geram yang kontinyu. Ini dikarenakan material yang terdeformasi terjadi gesekan antara material dengan pahat hingga menghasilkan panas dan karena panas yang dihasilkan tersebut maka geram hasil pemotongan menyatu tanpa terputus. Geram jenis ini dihasilkan dari pemotongan material yang ulet dan dengan kecepatan

pemotongan yang tinggi. Meskipun umumnya geram jenis ini menghasilkan permukaan yang halus, tetapi tidak semua menginginkannya, karena bentuk geramnya yang panjang bisa melilit holder dan untuk membersihkannya harus menghentika proses sehingga terjadi pemborosan waktu. Hal ini biasanya dapat diatasi dengan bantuan chip breaker pada paha itu sendiri. Bentuk geram jenis ini dapat dilihat pada gambar dibawah.



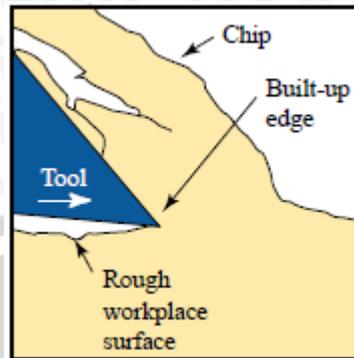
Gambar 2.14 : *continous chip*

Sumber : *Schneider(2002:11)*

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

Jenis geram ini sebenarnya mirip dengan geram kontinyu, hanya saja ada BUE yang terbentuk pada ujung mata pahat. BUE terbentuk akibat gesekan antara material pahat dengan benda kerja, hingga menghasilkan panas, geram yang tertinggal pada mata pahat menjadi sangat lengket hingga seperti dilaskarena panas yang dihasilkan oleh gesekan pahat dengan benda kerja tersebut. Seiring dengan bertambahnya BUE maka akan terjadi perpecahan aliran geram menjadi dua. Apabila terjadi peningkatan tegangan geser maka BUE akan hilang ikut aliran, tetapi segera akan digantikan dengan BUE lagi yang baru terpotong, begitu seterusnya. Pada saat BUE terlepas dari pahat maka akan membawa sebagian kecil material pahat, jika terus berlanjut maka pahat akan mengalami keausan. Geram jenis ini biasanya muncul ketika memotong material yang ulet dengan kecepatan potong yang relative rendah. Geram dengan BUE ini tidak diharapkan, karena menghasilkan permukaan yang kasar, meningkatkan konsumsi daya dan

menyebabkan pahat lebih mudah aus. Bentuk dari geram jenis ini dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.15 : *continous chip with built-up edge(BUE)*

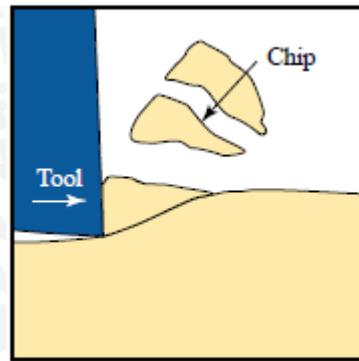
Sumber : Schneider(2002:11)

3. Geram bersegmen (*Segmented Chip*)

Geram bersegmen merupakan geram semu kontinyu, karena menghasilkan geram yang tidak pasti, kadang panjang kadang juga pendek. Geram jenis ini dihasilkan ketika memotong material yang ulet dengan kecepatan potong yang rendah serta kedalaman pemotongan yang besar. Bentuk geram ini dapat dilihat pada gambar dibawah.

4. Geram diskontinyu (*Discontinuous chip*)

Geram diskontinyu terdiri dari bersegmen – segmen yang terpisah antara satu dengan yang lainnya. Geram ini dihasilkan ketika melakukan proses pemotongan dengan kecepatan terlalu rendah atau terlalu tinggi dan dengan kedalaman pemotongan yang besar serta sudut geram yang terlalu kecil. Material yang digunakan hingga menyebabkan geram diskontinyu adalah material yang getas, kekakuan alat potong yang rendah juga akan mengakibatkan terjadinya diskontinyu geram seta efektivitas penggunaan cairan pendingin yang masih kurang, sehingga menghasilkan permukaan yang kasar. Geram bentuk ini terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.16 : *Discontinuous chip*

Sumber : *Schneider*(2002:11)

2.8 Material Baja

Baja merupakan sebuah material yang memiliki kekerasan dan kekuatan yang tinggi. Faktor yang mempengaruhi kekerasan dan kekuatan terhadap baja, karena memiliki salah satu unsur yaitu karbon (C). Selain mengandung unsur karbon, baja memiliki kandungan unsur lain kira-kira, 0.25 % Silikon (Si), 0.3-1.5 % Mangan (Mn) dan unsur yang lain seperti Fosfor (P), Sulfur (S), dan sebagainya. Dalam proses pembuatan baja terdapat beberapa unsur yang tertinggal dan sulit dihilangkan dalam pembuatan baja, antara lain Mangan(Mn), Silikon (Si), Chrom (Cr), Vanadium (v), Molibdenum (Mb) dan unsur-unsur yang lainnya.

Dilihat dari unsur karbon, baja memiliki beberapa klasifikasi, yaitu

1. Baja karbon rendah (low carbon steel)

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon tidak lebih dari 0,2% C. Selain karbon terdapat paduan-paduan yang lain seperti mangan (Mn), silikon (Si) dan tembaga (Cu) dengan batas maksimal kandungan tidak lebih dari 2%. Baja karbon rendah memiliki sifat yang lunak sehingga mudah dibentuk.

2. Baja karbon menengah (medium carbon steel)

Kekuatan dari baja karbon menengah lebih tinggi daripada baja karbon rendah namun baja karbon menengah sulit untuk dibentuk maupun dipotong. Kadar karbon dari baja karbon menengah adalah berkisar antara 0,3 – 0,5 % C. Baja karbon menengah banyak digunakan pada komponen otomotif seperti crankshaft, crank pin, connecting rod dan as roda mobil. Baja AISI 1045 merupakan salah satu baja karbon menengah /dengan kandungan 0,45 % C.

MATERIAL	STRAIGHT TURNING SPEED		THREADING SPEED	
	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE
LOW-CARBON STEEL	80-100	24.4-30.5	35-40	10.7-12.2
MEDIUM-CARBON STEEL	60-80	18.3-24.4	25-30	7.6-9.1
HIGH-CARBON STEEL	35-40	10.7-12.2	15-20	4.6-6.1
STAINLESS STEEL	40-50	12.2-15.2	15-20	4.6-6.1
ALUMINUM AND ITS ALLOYS	200-300	61.0-91.4	50-60	15.2-18.3
ORDINARY BRASS AND BRONZE	100-200	30.5-61.0	40-50	12.2-15.2
HIGH-TENSILE BRONZE	40-60	12.2-18.3	20-25	6.1-7.6
CAST IRON	50-80	15.2-24.4	20-25	6.1-7.6
COPPER	60-80	18.3-24.4	20-25	6.1-7.6

Tabel 2.2 Kecepatan potong proses bubut rata dan proses bubut ulir untuk pahat HSS

3. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Kadar karbon pada baja karbon tinggi adalah 0,60 % - 1,50 % C. Baja karbon tinggi memiliki kekerasan lebih baik jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan menengah sehingga lebih sulit dibentuk.

2.9 Ulir (Thread)

Sistem ulir sudah dikenal dan sudah digunakan oleh manusia sejak beberapa abad yang lalu. Tujuan diciptakannya sistem ulir ini pada dasarnya adalah mendapatkan cara yang mudah untuk menggabungkan atau menyambung dua buah komponen sehingga gabungan ini menjadi satu kesatuan unit yang bermanfaat sesuai dengan fungsinya. Sebelum teknologi industri maju pembuatan ulir hanya dilakukan dengan tangan dan sudah tentu hasilnya kasar.

Pada abad ke 18 yaitu pada masa Revolusi Industri, Inggris mulai memproduksi sistem ulir dengan peralatan yang waktu itu sudah dipunyai. Karena belum ada standarnya maka antara ulir yang satu dengan ulir yang lain (ulir luar dan ulir dalam) jarang diperoleh kecocokan waktu digabungkan. Pada tahun 1841 seorang ilmuwan Inggris bernama Sir Joseph Whitworth mulai mencoba membuat standar ulir yang hasilnya sampai sekarang dikenal dengan nama ulir yang hasilnya sampai sekarang dikenal nama ulir *Whitworth*.

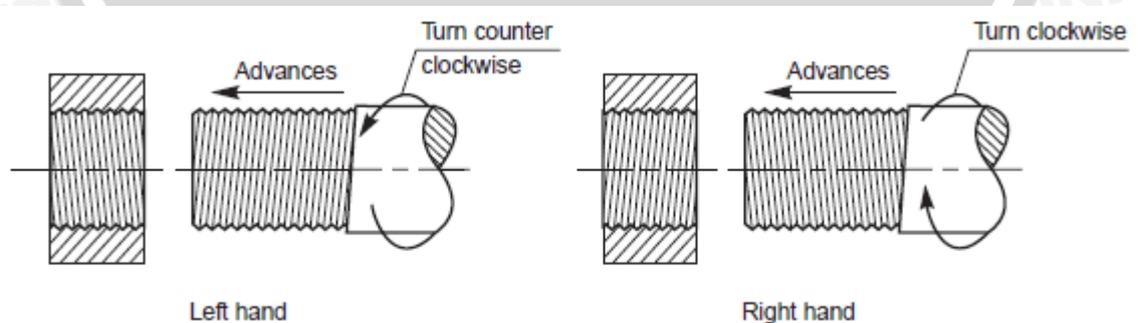
Pada tahun 1864, Wiliam Sellars, seorang ilmuwan Amerika mengembangkan sistem ulir yang kemudian digunakan di Amerika Serikat pada masa tersebut. Ulir buatan Sellars ini diberi rekomendasi oleh Franklin Institut. Meskipun demikian, ulir Sellars tidak cocok dipasangkan dengan ulir Whitworth karena sudut ulirnya berbeda.

2.9.1 Pengertian Ulir

Ulir adalah benda kerja yang didapatkan dengan melakukan pemotongan alur heliks secara kontinue pada permukaan silinder benda kerja. Alur heliks ini yang akan mengikat antara ulir satu dengan yang lainnya seperti baut dan mur, penggunaan ulir ini sangat praktis karena dapat dipindahkan jika tidak sesuai dengan tempatnya, tetapi ada juga pengikat yang tidak bisa dipindahkan atau permanen yaitu pada proses pengelasan.

2.9.2 Fungsi Ulir

Ulir merupakan suatu alat yang sangat berpengaruh dalam bidang konstruksi, dimana alat ini memiliki fungsi yaitu sebagai alat pemersatu atau sebagai alat penerus(transmisi) daya. Pada pengaplikasiannya ulir biasa digunakan pada suatu konstruksi bangunan atau pada proses perakitan(*assembly*). Dilihat dari arah gerakannya, ulir ini memiliki dua tipe yaitu ulir kiri, dimana ulir ini bisa dilihat dari arah kemiringan sudut sisi ulir atau arah putaran dari ulir, yang kedua ulir kanan, ulir ini akan bergerak maju jika diputar kearah kanan. Untuk lebih jelasnya lihatlah gambar dibawah ini.



Gambar 2.17 : ulir kanan dan ulir kiri

Sumber : Narayana (1994: 82)

2.9.3 Macam-macam Standart ulir

Ulir memiliki berbagai macam klasifikasi yang dipakai dalam berbagai negara. Berikut ini beberapa standar ulir yang digunakan dalam standar ISO Metrik :

1. Ulir Kasar (*Coarse*)

Merupakan standar ulir kasar yang digunakan pada material yang memiliki kekuatan tarik yang rendah.

2. *Ulir Halus (fine)*

Standar ulir halus yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi dengan luas bidang kontak permukaan ulir yang lebih besar karena jumlah ulir per inci.

Table 5.1 Diameter-pitch combination for ISO metric threads

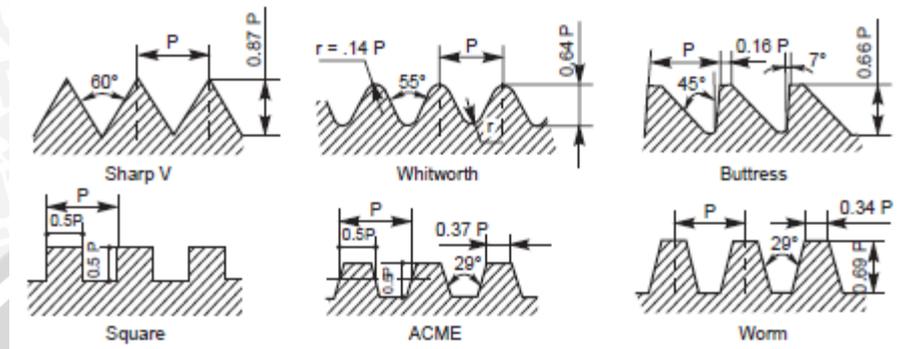
Nominal diameter		Coarse	Pitch		
First choice	Second choice		Fine		
			1	2	3
2	—	0.4	0.25	—	—
—	2.2	0.45	0.25	—	—
2.5	—	0.45	0.35	—	—
3	—	0.5	0.35	—	—
—	3.5	0.6	0.35	—	—
4	—	0.7	0.5	—	—
—	4.5	0.75	0.5	—	—
5	—	0.8	0.5	—	—
6	—	1	0.75	0.5	—
8	—	1.25	1	0.75	—
10	—	1.5	1.25	1	0.75
12	—	1.75	1.5	1.25	—
16	14	2	1.5	1	—
20	18,22	2.5	2	1.5	1
24	27	3	2	1.5	1
30	33	3.5	2	1.5	1
36	39	4	3	2	1.5
42	45	4.5	4	3	2
48	52	5	4	3	2
56	60	5.5	4	3	2
64	68	6	4	3	2
72	76	6	4	3	2
80	85	6	4	3	2
90	95	6	4	3	2
100	—	6	4	3	2
105 to 300	—	—	6	4	3

Tabel 2.3 Standar ulir ISO Metrik

Sumber :Standard Handbook Machine Design

2.9.4 Jenis-jenis Ulir

Terlepas dari berbagai macam standart ulir, terdapat berbagai macam jenis bentuk atau profil ulir yang masing-masingnya memiliki fungsi yang berbeda-beda. Dibawah ini terdapat berbagai bentuk ulir antara lain:



Gambar 2.18 : Bentuk Ulir

Sumber: Machine Drawing

- Sharp V

Jenis ulir ini memiliki sudut 60° dimana jarak puncak ulir gang per milimeter, dengan luas kontak yang besar dan memiliki ketahanan terhadap gesekan.

- Whitworth

Ulir ini memiliki sudut 55° , jarak antar puncak ulir dibuat dengan jumlah gang per inch.

- Buttress

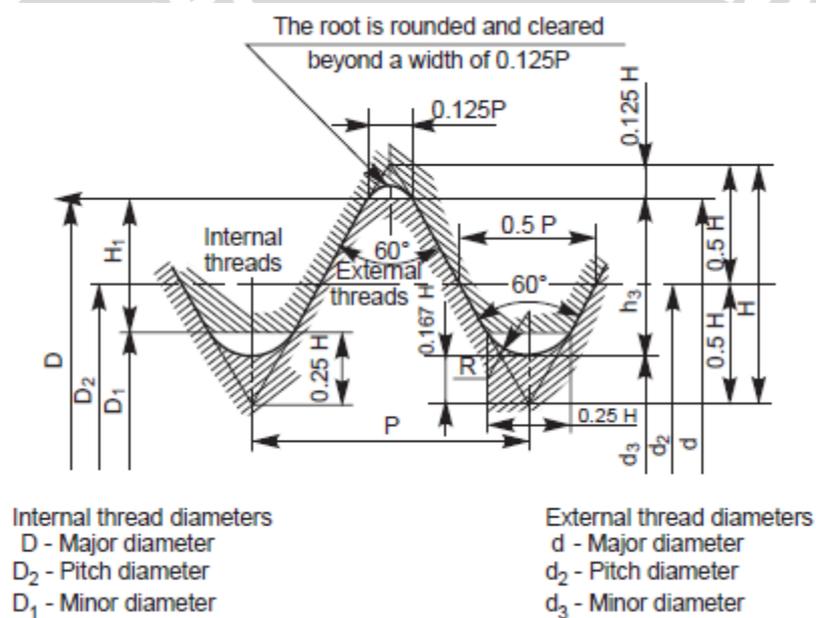
Ulir ini sering diaplikasikan pada penyegelan antar komponen mesin, dan ulir ini memiliki dua buah sudut yaitu sudut 45° dan 7° seperti yang ada di gambar.

- Square

Ulir ini memiliki efisiensi tinggi dikarenakan tidak ada tekanan radial tetapi jika mengalami cacat maka sulit diperbaiki dan ulir ini dapat membawa beban yang sangat besar,

- Acme
Ulir ini memiliki sudut 29° , ulir acme ini lebih kuat dibandingkan ulir persegi karena memiliki luas yang lebih besar pada bagian *root* ulir, dengan bagian *flank* ulir yang miring memudahkan mur bergerak cepat seperti *lead screw* pada mesin bubut.
- Worm
Ulir ini memiliki sudut yang sama dengan ulir *acme* yaitu 29° tetapi ulir ini lebih tinggi dan jarak pitsnya lebih besar.

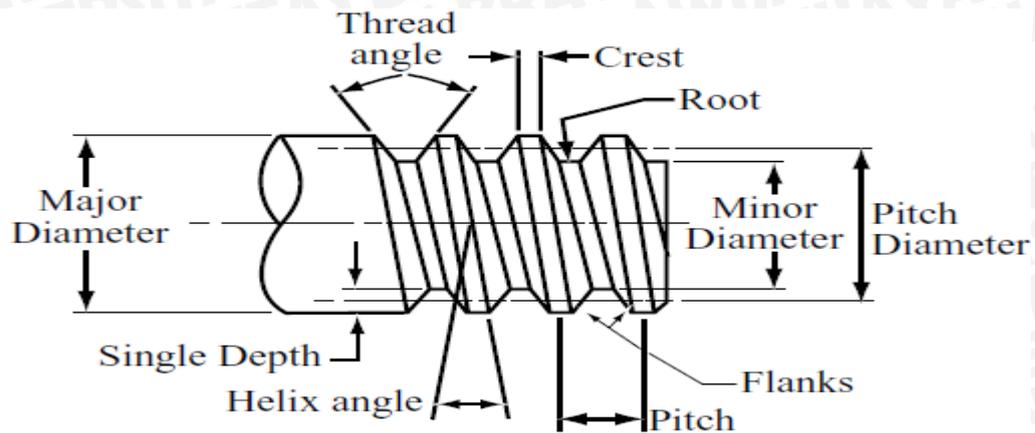
2.9.5 Geometri Ulir



Gambar 2.19 : Standard Profil Ulir Metrik

Sumber : Machine Drawing

Dibawah ini merupakan salah satu dari beberapa yaitu ulir *eksternalthread* yang sering digunakan dalam bidang manufaktur



Gambar 2.20 : Bentuk Ulir luar

Sumber : Narayana (1994)

Istilah-istilah yang terdapat pada geometri ulir

- Puncak Ulir (*crest of thread*) : puncak atau ujung ulir, baik dari ulir luar maupun ulir dalam, berupa garis lengkung tergantung pada jenis ulirnya.
- Sisi Ulir (*flank of thread*) : sisi yang berada pada bagian antara puncak ulir dengan dasar ulir atau lembah ulir.
- Sudut ulir, α (*angle of thread, included angle*) : sudut ulir ini berada pada bagian antara sisi ulir satu dengan yang lain, dimana pengukurannya melalui sumbu ulir (bidang aksial).
- Sudut Sisi Ulir, α_1, α_2 (*flank angle*) : sudut antara salah satu sisi ulir dengan bidang yang tegak lurus sumbu ulir
- Pits, p/P (*pitch*) : jarak antara titik puncak ulir dengan titik puncak ulir yang lain.
- Kedalaman Ulir, t, T (*depth of thread*) kedalaman ulir ini di ukur dari titik puncak ulir dengan dasar dari ulir
- Diameter mayor, d, D (mayor diameter, outside diameter, crest diameter, full diameter) : jarak dari diameter luar ulir, diukur dari titik puncak ulir
- Diameter minor, d_1, D_1 (minor diameter, root diameter, core diameter) : jarak dari titik bawah ulir atau lembah ulir.

2.9.6 Penyimpangan Profil

Dalam proses pembuatan ulir banyak faktor yang mempengaruhi, antara lain, dari kondisi pemotongan, parameter pemotongan, dan bahan yang digunakan. Akibatnya kemungkinan terjadi penyimpangan bentuk ulir atau profil ulir, untuk mengetahui penyimpangan yang terjadi maka dari itu ada beberapa jenis penyimpangan antara lain:

1. Kesalahan diameter mayor.
2. Kesalahan diameter minor.

Kesalahan diameter fungsional

1. Kesalahan sudut sisi ulir.
2. Kesalahan pits.
3. Kesalahan diameter pits.

Yang berpengaruh dalam penyimpangan profil ulir adalah kesalahan diameter fungsional, untuk itu kita akan membahas lebih dalam.

1. Kesalahan sudut sisi ulir

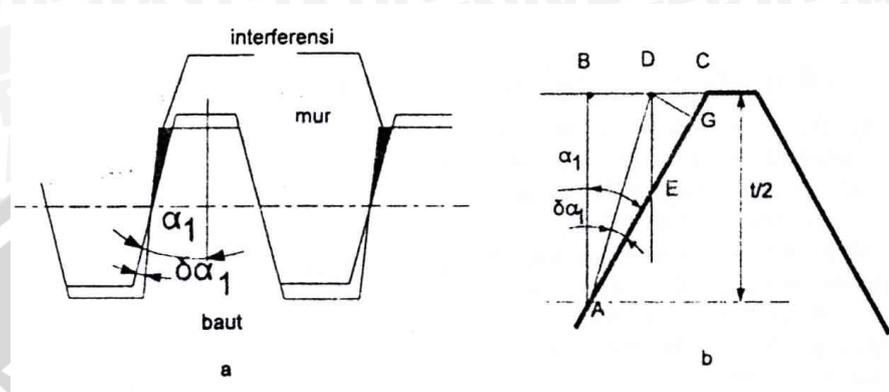
Kesalahan jenis ini biasanya disebabkan oleh kesalahan dalam mengatur kondisi pemotongan dalam hal ini sudut pemotongan, contohnya antara ulir pada baut dan mur, ulir pada baut memiliki sudut sisi ulir yang lebih kecil dibandingkan dengan harga nominalnya, sementara itu harga pitsnya benar,

Karena satu sudut sisi ulir lebih kecil dari harga nominalnya (kesalahan negatif), puncak dari ulir baut akan masuk kedalam bagian mur teoritik yang mempunyai profil yang benar atau dasar ulir baut akan masuk kedalam dasar mur teoritik bila kesalahan sudut adalah positif. Dalam hal ini supaya baut tetap dapat dipasang, maka diameter pits mur teoritik harus diperbesar atau (diperkecil bagi diameter pits baut teoritik yang dipasang pada mur yang memiliki sudut sisi ulir yang salah).

Dengan memasukkan harga ulir dari masing-masing profil, maka didapat rumus koreksi diameter ulir sebagai berikut :

- Ulir ISO metrik : $\Delta d_{2(\alpha)} = 0.0115 p (\delta\alpha_1 + \delta\alpha_2)$
- Ulir Whitworth : $\Delta d_{2(\alpha)} = 0.0105 p (\delta\alpha_1 + \delta\alpha_2)$
- Ulir Trapesium : $\Delta d_{2(\alpha)} = 0.0174 p (\delta\alpha_1 + \delta\alpha_2)$

- Ulir British Association (BA) : $\Delta d_{2(\alpha)} = 0.0091 p (\delta\alpha_1 + \delta\alpha_2)$
Dimana p adalah harga pits (mm) dan $\delta\alpha_1, \delta\alpha_2$ harga kesalahan sudut sisi (derajat), sehingga didapatkan bahwa $\Delta d_{2(\alpha)}$ dalam mm.



Gambar 2.21 : Efek kesalahan sudut sisi ulir

Sumber : Dasar-dasar Metrologi Industri (2004:372)

2. Kesalahan pits

Kesalahan pits bisa terjadi saat proses pemotongan berlangsung, sebelum melakukan proses pemotongan terlebih dahulu dilakukan pengaturan yang sesuai dengan standart sehingga meminimalisir terjadinya kesalahan, ada beberapa hal yang mempengaruhi ketelitian pits ini, yaitu :

1. Kebenaran hasil bagi (rasio) antara kecepatan makan (gerak translasi pahat) dan kecepatan potong
2. Ketepatan (keterulangan) rasio, maksudnya adalah proses pemotongan yang dilakukan dengan cara berulang kali.

Dengan mengetahui tanda dari kesalahan pits (positif/negatif) maka bisa didapatkan kesalahan kumulatif ulir (*cumulative pitch error*). terdapat 2 jenis dari kesalahan kumulatif pitch, yaitu:

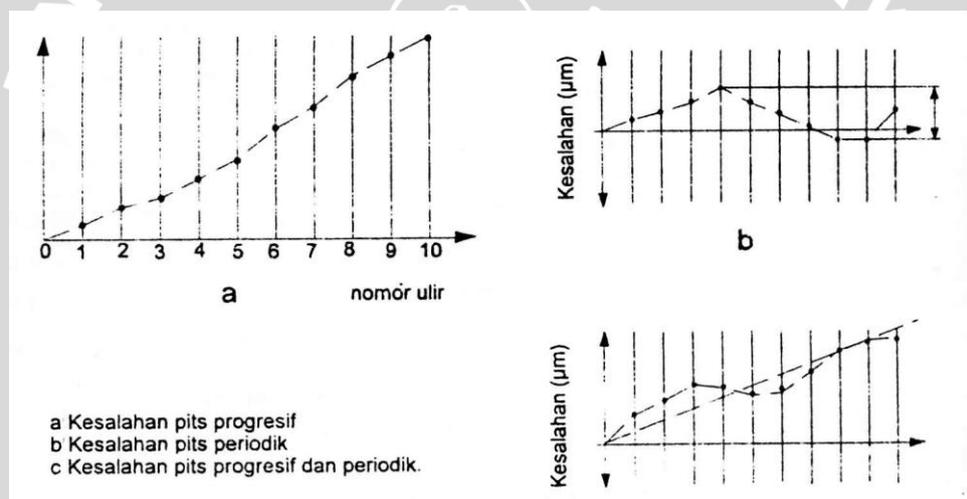
1. Kesalahan pits progresif (*progressive pitch error*)

Kesalahan ini terjadi apabila salah dalam menentukan nilai dari kecepatan makan dan kecepatan potong walaupun harganya selalu konstan, hal ini mungkin terjadi dalam menetapkan kecepatan potong atau dikarenakan pendekatan berupa pengerjaan untuk ulir metris tetapi dikerjakan dengan pembubutan yang memakai

penggerak ulir dalam inch. Hal lain yang menyebabkan terjadinya kesalahan kemungkinan pada ulir penggerak meja mesin bubut.

2. Kesalahan pits periodik (*periodic pitch error*)

Adanya nilai yang tidak konstan antara rasio kecepatan makan terhadap kecepatan potong. Hal tersebut kemungkinan terjadi akibat kesalahan pits pada roda gigi yang menggerakkan ulir penggerak. Kesalahan pits periodik ini kemungkinan akibat adanya gerakan aksial pada saat dilakukan proses penguliran dari ulir penggerak mesin akibat ketidakberesan bantalan tekannya. Dengan kesalahan yang bersifat periodik, dimana terjadi proses bertahap dari positif ke negatif, dibawah ini terdapat 3 macam grafik kesalahan pits periodik, yaitu:

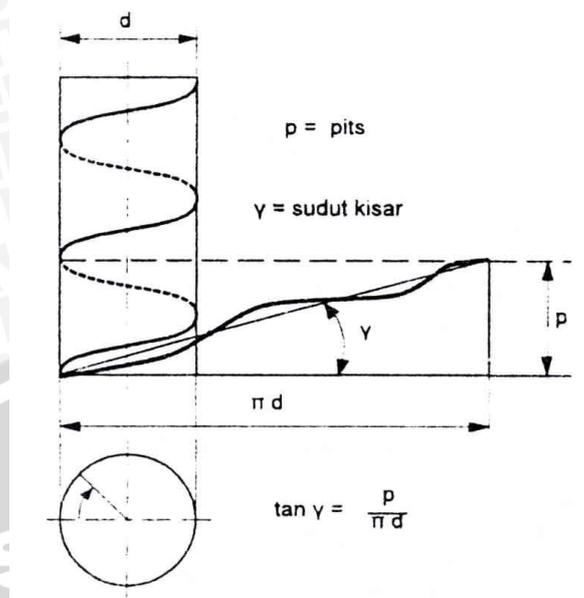


Gambar 2.22 : kesalahan pits kumulatif

Sumber : Dasar-dasar Metrologi Industri (2004:372)

3. Ketidaklurusan alur ulir

Ketidaklurusan alur dari ulir disebabkan adanya kesalahan pits periodik yang terjadi dalam selang satu pits. Kesalahan jenis ini lebih sulit diperiksa, tetapi pengaruhnya dapat dilihat dari perubahan dimensi ulir, baik perubahan dimensinya besar ataupun kecil. Seperti gambar dibawah ini, ketidaklurusan alur ulir yang disebabkan perubahan sudut kisar dalam selang satu pits.

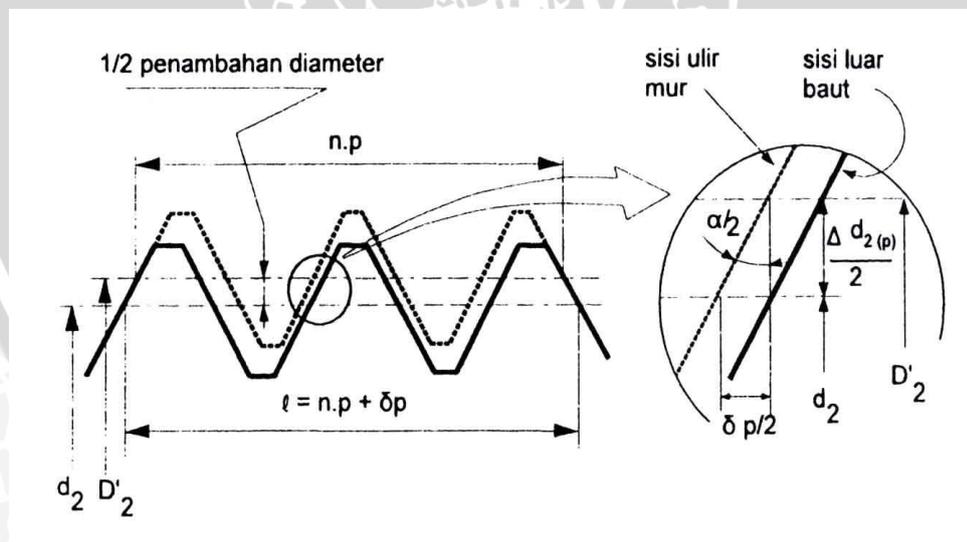


Gambar 2.23 : Ketidaklurusan alur ulir

Sumber : Rochim (2004:374)

4. Pengaruh kesalahan pits terhadap diameter fungsional

Jika terjadi kesalahan jarak pits pada baut, maka dilakukan penyesuaian pada mur yang benar, dengan cara diameter pits lebih besar dari harga nominal



Gambar 2.24 : Pengaruh kesalahan pits

Sumber : Rochim (2004:375)

2.10 Hipotesa

Semakin besar nilai kecepatan potong yang meruapan pengaruh dari semakin besarnya nilai putaran spidle akan membuat semakin kepresisian geometri ulir semakin baik sampai batas tertentu.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Metode penelitian eksperimental yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh kecepatan terhadap kepresisian geometris ulir

3.2 Variabel Penelitian

Variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

Kecepatan Potong : 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 m/menit

2. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol yaitu variabel yang nilainya dijaga konstan selama pengujian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :

-Depth of cut : 0,967 mm

-Feeding : 2,17 mm/rev

3. Variabel Terikat

Variabel adalah variabel yang di pengaruhi oleh variabel bebas pada penelitian ini variabel terikatnya adalah:

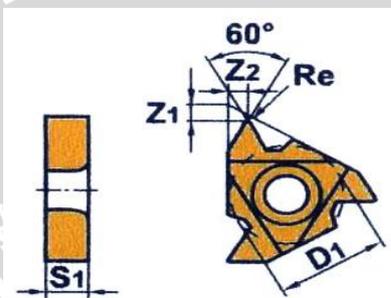
- Diameter Minor Ulir
- Jarak *pitch*
- Sudut ulir

3.3 Spesifikasi Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

1. Pahat

- Jenis pahat yang digunakan : pahat insert karbida
- Tipe *partial profile 60°* : MMT 16 ERAG 60 UN
- D1 : 9.525 mm
- S1 : 3.44 mm
- Z1 : 1.2 mm
- Z2 : 1.7 mm
- Re : 0.08 mm

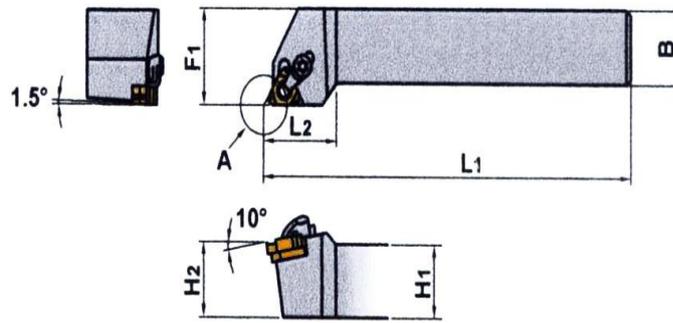


Gambar 3.1 : pahat insert MMT 16 ERAG 60 UN

Sumber : *Catalog insert mitsubishi*

2. Tool holder yang digunakan

- Tipe MMTE :MMTER 2020K16-C
- H1 : 20 mm
- B : 20 mm
- L1 : 125 mm
- L2 : 26 mm
- H2 : 20 mm
- F1 : 25 mm
- Jarak *Tool Overhang* : 2 cm



Gambar 3.2 : Tool Holder MMTE : MMTER 2020K16-C

Sumber : *Catalog insert mitsubishi*(2011)

3. Spesifikasi mesin bubut

- Merk : EMCO Turn 242
- Max. Turning diameter : 158 mm
- Max. Turning length : 255 mm
- Distance between centers : 282,55 mm
- Speed range : 50 – 4500 rpm
- Rapid feed : 12 m/min
- Number Of tools : 8



Gambar 3.3 : Mesin Bubut CNC EMCO TURN 242

Sumber : <http://www.weldlit.eu/equipment/4a.jpg>

4. Jangka Sorong

Untuk mengukur dimensi benda kerja.



Gambar 3.4: Jangka Sorong
Sumber: Dokumentasi Pribadi

5. Profile Projector

Untuk melakukan pengukuran terhadap kepresisian geometri ulir.



Gambar 3.5 : Profile Projector
Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Software AutoCAD 2009

Untuk pembuatan dan perancangan gambar kerja.

3.3.2 Bahan

- Baja S45C.
 - Komposisi:

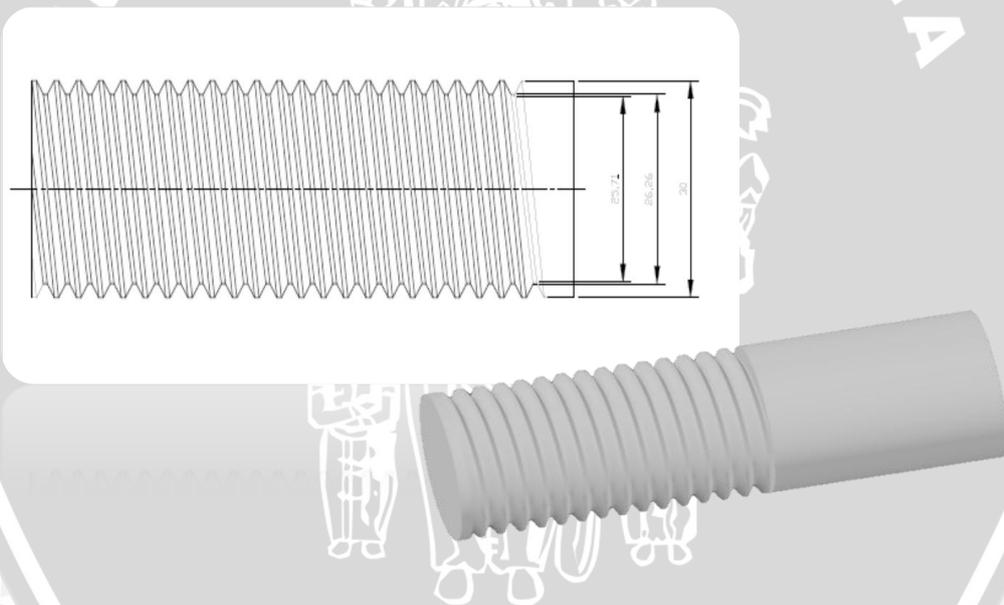
Carbon (C)	: 0,42 – 0,48%
Silicon (Si)	: 15 - 35%
Manganese (Mn)	: 60 - 90%
Nickel (Ni)	: 20 %
Chromium	: 20 %
Phosphorus	: 0.030

- *Tensile Strength* : 640 N/mm²
- *Yield Strength* : 340N/mm²
- Kekerasan : 180 BHN

3.4 Benda kerja

Benda kerja yang akan dibuat adalah baut, berdiameter dengan profil dari standard ulir ISO METRIK memiliki spesifikasi:

- Diameter mayor (D) : 30 mm
- Diameter minor (D₁) : 25,71 mm
- Diameter Picth (D2) : 27,73 mm
- Jarak pitch : 3,5 mm
- Sudut : 60°



Gambar. 3.6 Benda Kerja

3.5 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian adalah :

1. Laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang untuk pembuatan benda kerja.
2. Laboratorium Metrologi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang untuk pengukuran geometri benda kerja.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan benda kerja yang akan dibubut yaitu baja S 45 C dengan diameter 30mm dan panjang 500 mm.
2. Mempersiapkan mesin bubut CNC yang akan digunakan. Langkah – langkah dalam mempersiapkan mesin bubut CNC EMCO ET 242 sebagai berikut :
 - a. Mencari titik nol dari *toolpost* secara manual.
 - b. Mencari titik nol untuk pahat terhadap benda kerja dengan cara menyentuhkan ujung pahat ke benda kerja secara manual.
 - c. Memasukkan program yang akan dijalankan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.
 - d. Melakukan pengetesan eksekusi program tanpa menggunakan benda kerja untuk melihat gerakan pahat telah aman.
3. Setelah proses persiapan mesin bubut CNC telah selesai lakukan pembubutan pada benda kerja dengan parameter yang telah ditentukan.
4. Setelah didapatkan benda kerja dengan berbagai macam variasi kecepatan potong kemudian benda kerja tersebut diamati dan diukur kepresisiannya menggunakan *profile projector* dengan tiga variabel untuk menentukan ketepatan geometrinya, yakni diameter minor, jarak pitch dan sudut ulir.
5. Analisa grafik hasil penelitian dan melakukan pembahasan.
6. Membuat kesimpulan

3.7. Rancangan Pengolahan dan Analisa Data.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap pengaruh dari kecepatan potong terhadap kepresisian geometri ulir. Untuk mengukur kepresisian ulir dalam penelitian ini diambil 3 variabel, yaitu diameter minor, Jarak Pitch dan sudut ulir. Dalam setiap spesimen akan dibuat 5 ulir (5puncak dan 5 lembah) lalu akan diukur sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Untuk menguji validitasnya dalam penelitian ini menggunakan model analisa varian dua arah. Dengan analisa varian dua arah ini akan diketahui apakah parameter pemotongan yaitu kecepatan potong berpengaruh terhadap kepresisian geometris ulir. Berikut adalah tabel yang digunakan dalam penelitian ini :

No.	Kecepatan Potong (m/menit)	Diameter Minor(mm)				Prosentase penyimpangan (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	
1.	2					
2.	4					
3.	6					
....					
15.	30					

Tabel 3.1 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Diameter Minor (m)

No.	Kecepatan Potong (m/menit)	Jarak Pichh(mm)				Prosentase penyimpangan (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	
1.	2					
2.	4					
3.	6					
....					
20.	30					

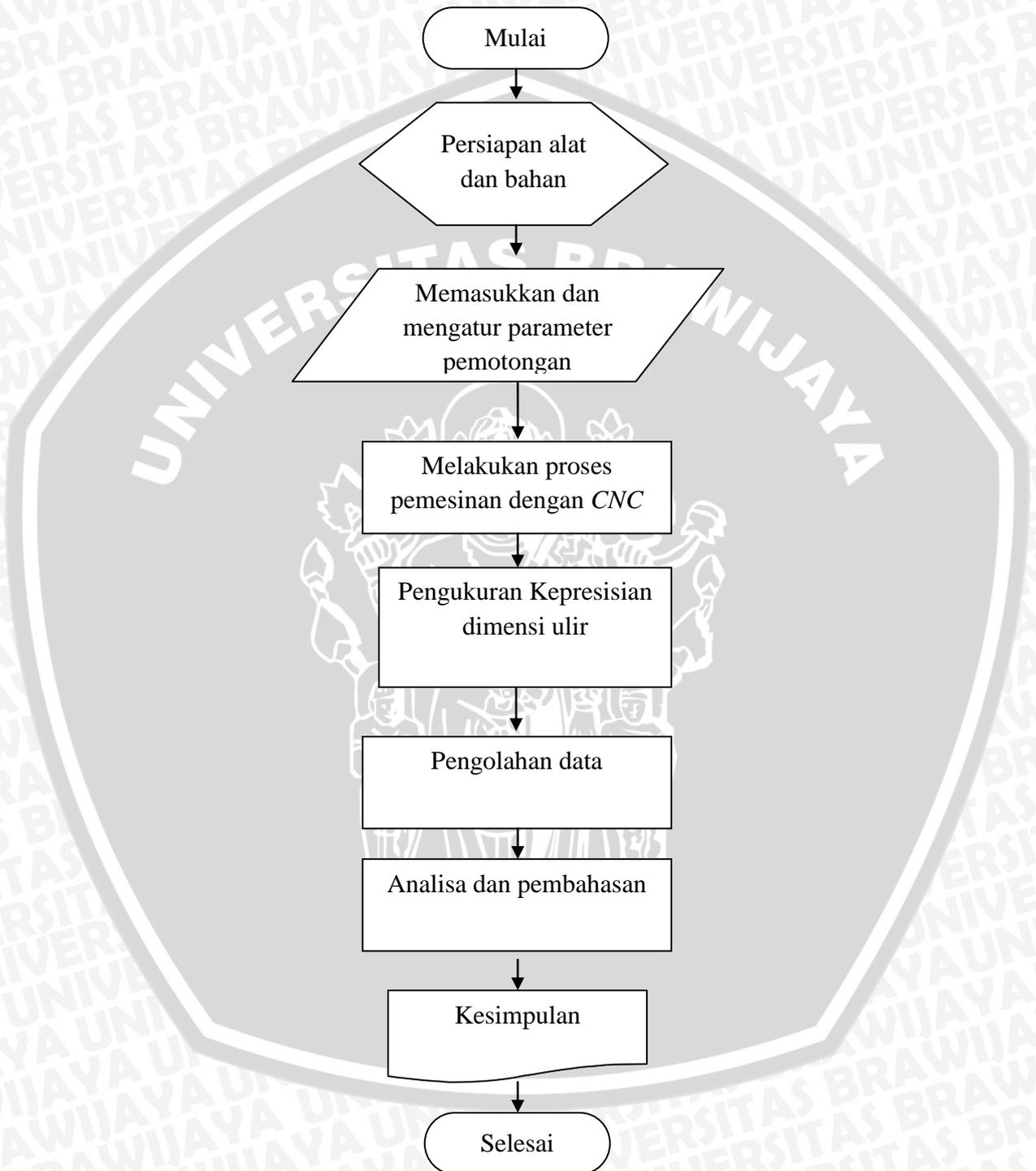
Tabel 3.2 Pengaruh kecepatan potong terhadap jarak pichh

No.	Kecepatan Potong (m/menit)	Sudut Ulir(mm)				Prosentase penyimpangan (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	
1.	2					
2.	4					
3.	6					
....					
20.	30					

Tabel 3.3 Pengaruh kecepatan potong terhadap sudut ulir

3.8 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 : Diagram alir penelitian.

Bab IV

Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Pengujian

Dari hasil pembubutan ulir dengan mesin CNC ET 242 maka didapatkan benda kerja dengan berbagai macam variasi kecepatan potong kemudian benda kerja tersebut diamati dan diukur kepresisiannya menggunakan *profile projector* dengan tiga variabel untuk menentukan ketepatan geometrinya, yakni diameter minor, jarak pitch dan sudut ulir. Dari pengamatan yang telah dilakukan didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut :

No.	Kecepatan Potong (m/menit)	Diameter Minor				Prosentase penyimpangan (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	
1.	2	25,915	25,901	25,904	25,90667	0,764942
2.	4	25,851	25,838	25,854	25,84767	0,53546
3.	6	25,792	25,785	25,769	25,782	0,280047
4.	8	25,745	25,738	25,723	25,73533	0,098535
5.	10	25,713	25,729	25,716	25,71933	0,036302
6.	12	25,695	25,682	25,69	25,689	0,08168
7.	14	25,719	25,705	25,701	25,70833	0,0065
8.	16	25,683	25,679	25,681	25,681	0,112797
9.	18	25,694	25,681	25,687	25,68733	0,088163
10.	20	25,539	25,598	25,617	25,58467	0,487489
11.	22	25,603	25,627	25,622	25,61733	0,36043
12.	24	25,583	25,596	25,609	25,596	0,443407
13.	26	25,432	25,519	25,397	25,44933	1,013873
14.	28	25,191	25,167	25,136	25,16467	2,121094
15.	30	24,977	25,029	25,003	25,003	2,749903

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Diameter Minor Ulir.

No.	Kecepatan Potong (m/menit)	Diameter Minor				Prosentase penyimpangan (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	
1	2	3,378	3,387	3,381	3,382	3,371429
2	4	3,413	3,397	3,409	3,406333	2,67619
3	6	3,437	3,451	3,479	3,455667	1,266667
4	8	3,489	3,481	3,469	3,479667	0,580952
5	10	3,483	3,495	3,501	3,493	0,2
6	12	3,515	3,509	3,495	3,506333	0,180952
7	14	3,498	3,495	3,508	3,500333	0,009524
8	16	3,538	3,542	3,537	3,539	1,114286
9	18	3,48	3,449	3,561	3,496667	0,095238
10	20	3,556	3,571	3,576	3,567667	1,933333
11	22	3,493	3,498	3,486	3,492333	0,219048
12	24	3,535	3,548	3,515	3,532667	0,933333
13	26	3,584	3,59	3,591	3,588333	2,52381
14	28	3,602	3,596	3,602	3,6	2,857143
15	30	3,639	3,645	3,622	3,635333	3,866667

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Jarak Pitch Ulir

No.	Kecepatan Potong (m/menit)	Sudut Ulir (°)				Prosentase penyimpangan (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	
1	2	58,02	57,91	58,15	58,0266667	3,288889
2	4	58,35	58,44	58,32	58,37	2,716667
3	6	58,75	58,84	58,88	58,8233333	1,961111
4	8	59,05	59,15	58,92	59,04	1,6
5	10	59,5	59,43	59,37	59,4333333	0,944444
6	12	59,95	59,82	60,45	60,0733333	0,122222

7	14	60,41	60,25	60,15	60,27	0,45
8	16	60,7	60,66	60,75	60,7033333	1,172222
9	18	61,08	61,45	61,14	61,2233333	2,038889
10	20	62,15	61,85	61,74	61,9133333	3,188889
11	22	62,21	62,25	62,13	62,1966667	3,661111
12	24	62,45	62,5	62,55	62,5	4,166667
13	26	62,6	62,78	62,65	62,6766667	4,461111
14	28	63,05	63,15	63,2	63,1333333	5,222222
15	30	62,85	62,88	62,95	62,8933333	4,822222

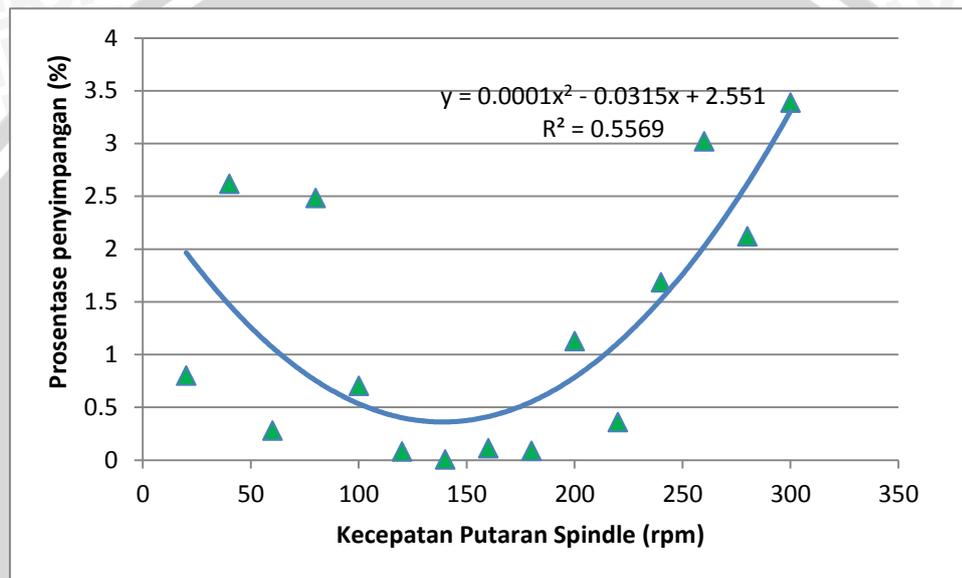
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresian Sudut Ulir



4.2 Grafik dan Pembahasan

Dari hasil pengujian dan pengamatan pada benda kerja selanjutnya data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mempermudah proses analisis pengaruh kecepatan potong terhadap kepresisian geometri ulir.

4.2.1 Pengaruh Kecepatan potong terhadap Kepresisian diameter Minor Ulir M30



Grafik 4.2.1 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Diameter Minor

Pada grafik terlihat bahwa ketika kecepatan potong rendah yakni pada kecepatan 20 mm/menit sampai 60 mm/menit penyimpangan yang terjadi cukup besar namun memiliki trend menurun. Hal ini disebabkan ketika kecepatan potong rendah pada saat yang sama kecepatan putaran spindle juga masih rendah meskipun pada sisi yang lain gerak makan sudah tinggi namun hal ini juga menyebabkan kecepatan pemakanan yang menjadi rendah, karena kecepatan pemakanan dipengaruhi juga oleh kecepatan putaran spindle. Ketika kecepatan potong dan kecepatan makan rendah maka proses penyayatan juga tidak maksimal sehingga kepresisian ulir juga semakin rendah.

sehingga beban pada pahat menjadi rendah yang mengakibatkan gaya potong juga rendah. Pada sisi yang lain kedalaman pemotongan juga tinggi namun kecepatan potong yang rendah hal ini juga menyebabkan gaya potong yang juga ikut rendah maka kecepatan menghasilkan geram juga akan semakin rendah sehingga tidak mencapai ukuran yang semestinya. Oleh karena itu ketika kecepatan potong rendah maka nilai kepresisian yang dicapai juga tidak sesuai, hal ini yang mengakibatkan nilai penyimpangan yang cukup tinggi.

Pada grafik diatas terlihat ketika kecepatan potong semakin tinggi yakni pada kecepatan 80 mm/menit sampai 160mm/menit terlihat nilai prosentase penyimpangan yang semakin kecil. Bahkan pada saat kecepatan 100mm/menit sampai 120 mm/menit kecepatan penyimpangannya mendekati nol persen. Hal ini disebabkan karena semakin besar kecepatan potong maka akan semakin besa gaya potong. Kecepatan pemotongan yang besar disertai dengan sifat mekanik meterial S45C yang merupakan logam besi paduan yang mengandung karbon sedang akan juga mempengaruhi tegangan geser. Kecepatan pemotongan yang semakin besar akan membuat tegangan geser pada bidang geser selama proses pembubutan akan semakin besar pula yang mengakibatkan penyayatan pahat terhadap material juga akan semakin sesuai dengan yang diinginkan. Dengan demikian kepresisian hasil pembuatan ulir akan semakin baik pula.

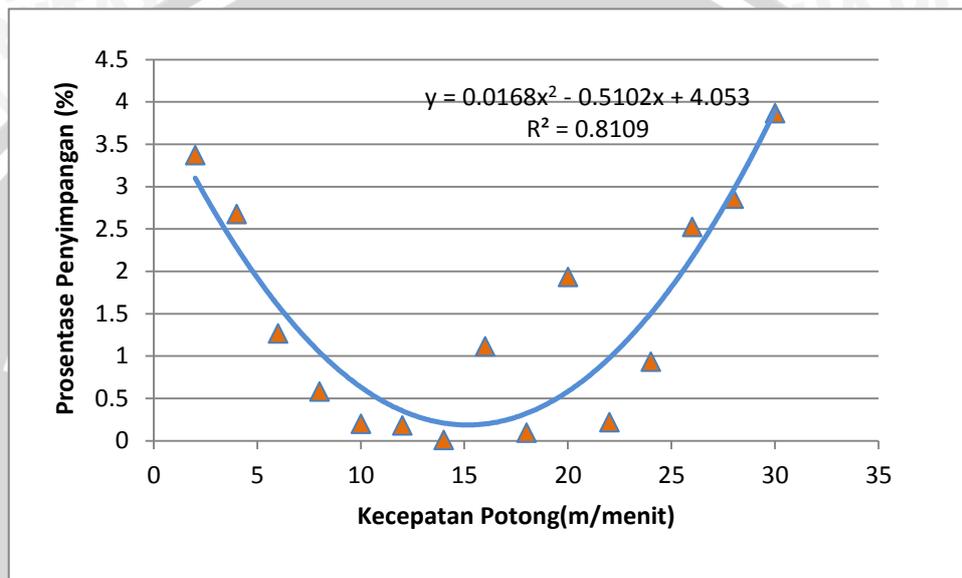
Namun semakin bertambah sangat tinggi kecepatan pemotongan, terlihat pada kecepatan pemotongan mulai dari 200 – 300 mm/menit, mengakibatkan prosentase penyimpangan yang juga tinggi bahkan mendekati angka 2%. Hal ini diakibatkan oleh semakin tingginya kecepatan potong berbanding lurus dengan semakin tinggi pula kecepatan putaran spindle yang juga akan mengakibatkan semakin tingginya kecepatan pemakanan maka sehingga waktu untuk penyayatan juga akan semakin cepat. Hal ini disebabkan karena kecepatan pemakanan bersama-sama dengan kedalaman pemotongan mempengaruhi luasan penampang bidang geram sebelum terpotong sehingga luas penampang bidang geser juga akan semakin tinggi. Dikarenakan luas bidang geser adalah luas bidang geram sebelum

terpotong yang telah mengalami perpanjangan pada salah satu sisinya akibat sudut potong yang terjadi selama proses pembubutan. Pada sisi yang lain kecepatan potong yang meningkat juga akan menyebabkan gaya potong yang juga akan semakin besar pula. Sehingga penyatan juga akan semakin besar pula sehingga mengakibatkan diameter minor akan menjadi semakin kecil, hal ini inilah yang menyebabkan prosentase penyimpangan yang semakin besar.

Pada grafik diatas juga terlihat prosentase penyimpangan yang besar ketika kecepatan potong rendah dan juga sangat tinggi. Namun prosentase penyimpangan ini disebabkan oleh dua hal yang berbeda. pada kecepatan potong yang rendah penyimpangan terjadi karena diameter minor ulir yang dihasilkan melebihi dari standar, sedangkan pada kecepatan potong yang tinggi diameter ulir kurang atau lebih kecil dari standar.



4.2.2 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian jarak Picth Ulir M30



Grafik 4.2.2 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Jarak Picth

Pada grafik terlihat bahwa ketika kecepatan potong rendah yakni pada kecepatan potong 20mm/menit prosentase penyimpangan cukup besar yakni lebih dari 3% kemudian semakin tinggi kecepatan potong sampai sekitar 80 mm/menit maka prosentase penyimpangan juga turun sampai dibawah 1%. Bentuk pahat ulir yang berbentuk segitiga sehingga pemakanan yang dilakukan ada dua yakni menuju sumbu utama dan juga tegak lurus sumbu utama atau mengikuti bentuk pahat segitiga tersebut. Pada saat kecepatan potong rendah mengakibatkan gaya potong yang searah sumbu utama benda yang dibubut semakin kecil. Sehingga semakin kecil pula tegangan geser searah sumbu utama benda kerja. Sebaliknya gaya geser yang tegak lurus dengan sumbu utama menjadi semakin besar sehingga membuat

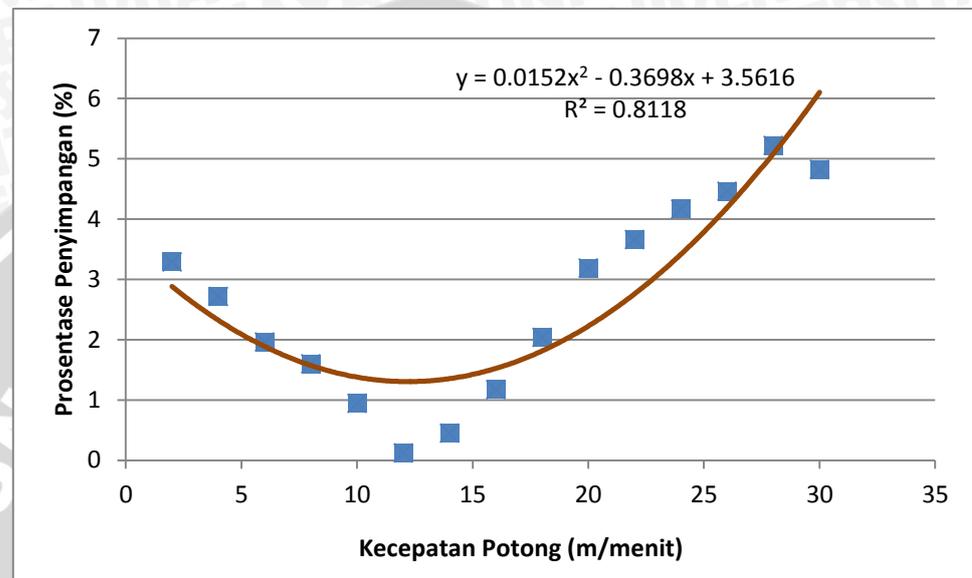
jarak antara puncak dan lembah menjadi semakin dekat. Hal inilah yang menyebabkan nilai kepresisian menjadi kecil.

Ketika kecepatan potong 100 mm/menit sampai 140mm/menit terlihat nilai prosentase penyimpangan menjadi sangat kecil bahkan mendekati nol, hal ini disebabkan kecepatan potong yang semakin besar adalah karena kecepatan putaran spindle yang semakin besar. Pada saat kecepatan spindle semakin besar maka kecepatan pemakanan juga akan semakin besar sehingga luasan penampang bidang yang terpotong juga akan semakin besar. Disamping itu gaya potong baik searah subu utama maupun yang tegak lurus sumbu utama juga semakin berimbang. Hal inilah membuat bentuk picth dan alur heliks dalam proses pembubutan menjadi lebih baik sehingga prosentase penyimpangannya menjadi semakin presisi.

Pada saat kecepatan potong menjadi sangat tinggi yakni 20 – 30 m/menit terjadipeningkatan prosentase penyimpangan terhadap kepresisian jarak picth. Hal ini disebabkan pada saat kecepatan potong meningkat gaya potong searah sumbu utama juga akan meningkat sehingga meningkatkan pula tegangan gesernya. Disamping itu kecepatan pemakanan juga semakin bertambah besar seiring meningkatnya kecepatan putar spindle mengakibatkan perpanjangan salah satu sisi pemotongan. Kedua hal inilah yang mengakibatkan jarak picth menjadi semakin lebar. Oleh karenanya prosentase penyimpangan menjadi semakin tinggi.

Dari grafik diatas juga terlihat bahwa penyimpangan kepresisian picth pada ulir terjadi ketika kecepatan potong rendah dan juga sangat tinggi. Namun kalau kita melihat tabel penyimpangan tersebut berbeda yakni ketika kecepatan potong rendah jarak picth menjadi lebih kecil dari standar namun ketika kecepatan potong tinggi jarak picth menjadi lebih besar dari standar. Hal ini disebabkan pengaruh peningkatan gaya potong yang semakin besar searah sumbu utama ketika kecepatan potong semakin besar dan kecepatan potong tegak lurus sumbu utama yang semakin kecil sehingga berpengaruh pada tegangan geser dan proses pembentukan picth ulir.

4.2.3 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Sudut Ulir M30



Grafik 4.2.3 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Sudut Ulir

Pada Grafik terlihat nilai penyimpangan pada saat kecepatan potong 2 m/menit prosentase penyimpangan kepresisian ulirnya sekitar 3% kemudian berangsur-angsur turun ketika kecepatan potong semakin bertambah tinggi. Sampai pada kecepatan potong 8 – 12 m/menit nilai prosentase penyimpangannya berada di bawah 1 persen kemudian naik kembali diatas 1 persen ketika kecepatan potongnya 14 m/menit dan berangsur-angsur naik ketika semakin tinggi kecepatan potongnya bahkan ketika kecepatan potongnya mencapai 28 – 30 m/menit penyimpangan terhadap kepresisian sudut ulir mencapai hampir 6 %.

Hal ini terjadi karena bentuk sudut ulir terbentuk dari pemakanan pada pahat ulir yang berbentuk segitiga. Ketika kecepatan potong rendah yakni sekitar 2 – 6 m/menit, gaya potong juga akan rendah sehingga mempengaruhi tegangan geser yang terjadi pada bentuk sudut ulir. Pada sisi yang lain kecepatan pemakanan juga ikut rendah karena kecepatan pemakanan juga dipengaruhi oleh kecepatan putaran spindle yang berbanding lurus dengan dengan kecepatan potong. Hal

inilah yang mempengaruhi besarnya gaya potong yang searah kecepatan potong dan gaya potong yang searah kecepatan makan sehingga ikut mempengaruhi luasan bidang geram yang terpotong pada saat pemakanan menjadi semakin kecil. Hal inilah yang membentuk sudut ulir menjadi lebih kecil dari nilai standar sehingga terjadi penyimpangan.

Pada saat kecepatan potong semakin tinggi yakni pada saat kecepatan potong semakin naik yakni pada kecepatan potong 8 sampai 10 m/per menit. Maka besarnya gaya potong juga semakin besar karena itulah tegangan geser yang arahnya ke sumbu utama juga semakin besar. Disisi yang lain kecepatan pemakanan juga meningkat sehingga meningkatkan luasan bidang geram yang terpotong dan karena arah tegangan gesernya searah sumbu utama hal inilah yang membentuk sudut ulir menjadi lebih besar dan semakin sesuai dengan standar.

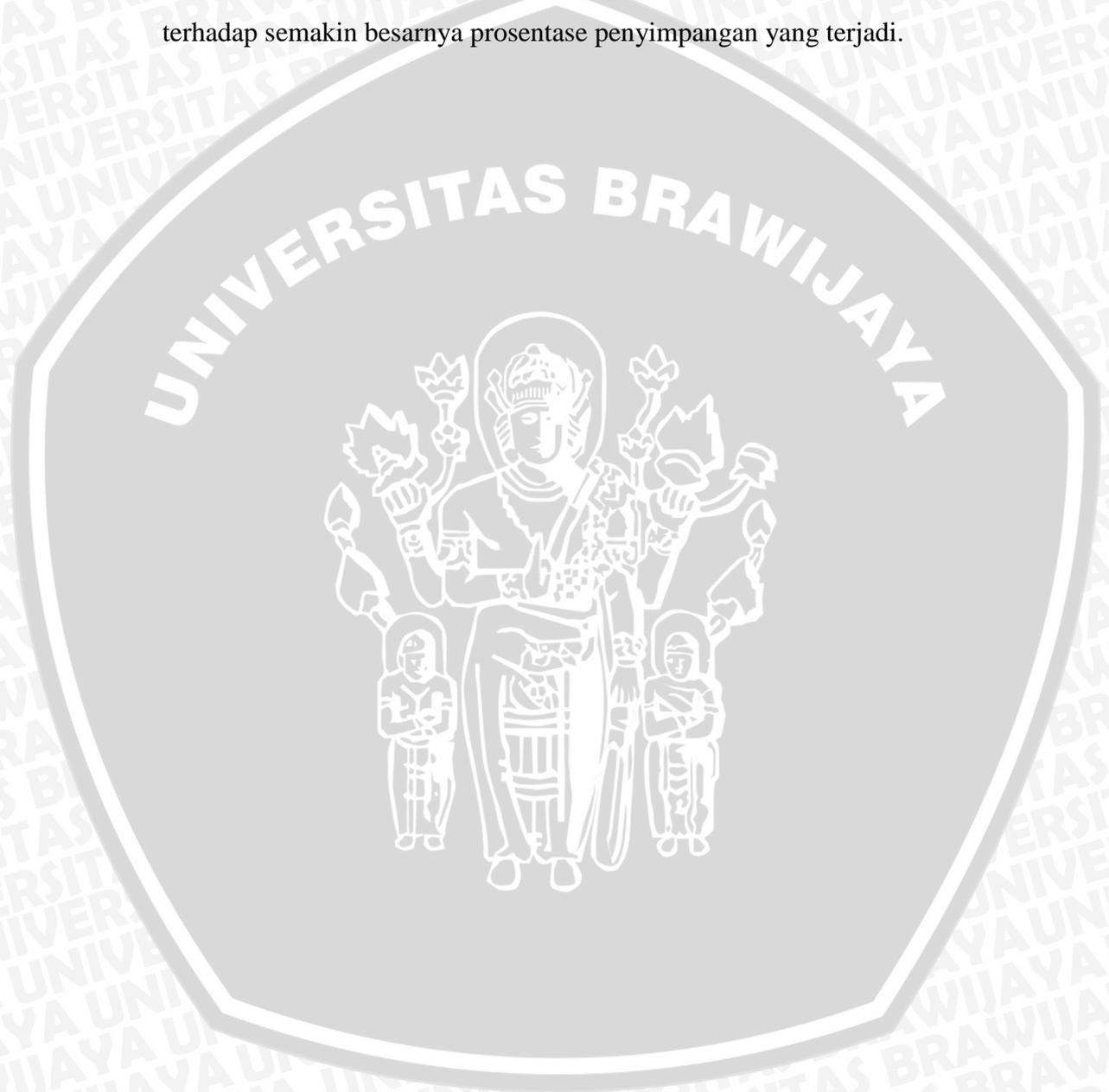
Namun pada saat kecepatan potong menjadi sangat tinggi yakni pada kecepatan potong diatas 18 m/menit sampai 30 m/menit maka hal ini juga mempengaruhi terhadap besarnya gaya potong yang semakin besar pula. Kecepatan potong yang sangat besar ini mempengaruhi besarnya gaya geser yang searah dengan kecepatan potong (F_v). Pada sisi lain kecepatan pemakanan juga meningkat seiring dengan besarnya kecepatan putaran spindle sehingga juga mempengaruhi besarnya gaya potong searah kecepatan pemakanan (F_f). Sehingga ikut memperluas luasan bidang geser yang akibatnya memperbesar volume geram terpotong yang searah sumbu utama dan memperkecil luasan pada volume geram yang tegak lurus sumbu utama. Hal inilah yang menyebabkan sudut ulir menjadi semakin besar. Sehingga nilai penyimpangannya terhadap kepresisian pun menjadi semakin besar pula.

2.8.1 Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kepresisian Geometri Ulir

Dari pembahasan diatas didapat kesimpulan bahwa kecepatan potong berpengaruh terhadap kepresisian geomtri ulir dalam hal ini geometri ulir ditentukan dari besarnya diameter minor, jarak picth dan sudut ulir. Pada masing-masing grafik terlihat bahwa pada saat kecepatan rendah yakni pada pada kecepatan 2 – 4 m/menit terjadi penyimpangan namun seiring bertambahnya kecepatan potong trend penyimpangan tersebut menurun sampai pada kecepatan 12 – 14 m/menit kemudian prosentase penyimpangan tersebut kembali meningkat seiring semakin besarnya kecepatan pemotongan yakni pada kecepatan 16 m/menit sampai 30 m/menit prosentase penyimpangan cenderung meningkat kembali. Dari pembahasan diatas juga terlihat bahwa untuk mesing-masing parameter geometri yang diukur prosentase penyimpangan terkecil terjadi pada kecepatan 14 m/menit untuk diameter minor dan jarak picth, serta 12 m/menit untuk besarnya sudut ulir.

Hal ini dikarenakan pada saat kecepatan rendah maka yang diakibatkan oleh putaran spinde mengakibatkan gaya potong searah kecepatan potong (F_v) juga ikut rendah. Pada sisi lain kecepatan pemakanan yang dipengaruhi oleh feeding dan kecepatan putar spindle menjadi lebih besar sehingga menyebabkan besarnya gaya potong searah kecepatan makan (F_f). Karena perbandingan inilah yang menyebabkan kepresisian gemetri menjadi menurun. Pada saat kecepatan potong semakin meningkat maka gaya potong yang searah kecepatan potong juga meningkat sehingga memiliki nilai perbandingan yang sesuai dengan kecepatan makan yang juga mempengaruhi gaya potong yang searah kecepatan makan, perbandingan gaya potong yang searah kecepatan potong F_v dan gaya potong yang searah kecepatan makan F_f yang paling sesuai terdapat pada saat kecepatan makan 12 - 14 m/menit. Sehingga pada saat kecepatan potong ini prosentase penyimpangan yang dihasilkan menjadi semakin kecil.

Seiring kecepatan potong yang semakin meningkat yakni pada saat kecepatan potong 16 m/menit sampai 30 m/menit membuat gaya potong yang searah kecepatan potong juga semakin meningkat pula. Namun pada sisi lain kecepatan makan tidak meningkat secara signifikan karena nilai pemakanan/feeding yang konstan sehingga nilai gaya potong yang searah kecepatan makan juga tidak seimbang. Hal inilah yang mempengaruhi terhadap semakin besarnya prosentase penyimpangan yang terjadi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang didapatkan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Prosentase penyimpangan geometris terkecil terjadi pada saat kecepatan pemotongan 14 meter/menit untuk diameter minor. 14 meter/menit untuk jarak pitch dan 12 meter/menit untuk sudut ulir.
- Prosentase penyimpangan geometri terjadi pada saat kecepatan rendah kemudian penyimpangannya berangsur-angsur mengecil seiring dengan semakin tingginya kecepatan potong sampai pada titik tertentu kemudian penyimpangannya membesar kembali. Hal ini terjadi karena pengaruh gaya pemotongan yang searah kecepatan potong (f_v) dan gaya pemotongan searah kecepatan pemakanan (f_f).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur besarnya gaya potong yang terjadi.
2. Perlu melakukan variasi kecepatan pemakanan sehingga didapatkan besar kecepatan pemakan yang berbeda.

