

**PENGARUH *FEEDING* TERHADAP KEAKURASIAN GEOMETRI  
ULIR STANDAR ISO METRIK MENGGUNAKAN ALUMINIUM 6061  
PADA MESIN CNC ET-242**

**SKRIPSI**

**TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**TAFSIRI SASTRA**  
**NIM. 115060201111038**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH *FEEDING* TERHADAP KEAKURASIAN GEOMETRI ULIR STANDAR ISO METRIK MENGGUNAKAN ALUMINIUM 6061 PADA MESIN CNC ET-242

## SKRIPSI

### TEKNIK MESIN KONSENTRASI PRODUKSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**TAFSIRI SASTRA**  
**NIM. 115060201111038**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 26 Januari 2016

Dosen Pembimbing I

Ir. Endi Sutikno, MT.  
NIP. 19590411 198710 1 001

Dosen Pembimbing II

Bayu Satriya Wardhana, ST., M.Eng.  
NIP. 19841007 201212 1 001



Mengetahui  
Ketua Jurusan/Ketua Program Studi

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.  
NIP. 19750802 199903 2 002

JUDUL SKRIPSI

Pengaruh *Feeding* Terhadap Keakuratan Geometri Ulir Standar ISO Metrik Menggunakan Aluminium 6061 Pada Mesin CNC ET-242.

Nama Mahasiswa : Tafsiri Sastra  
NIM : 115060201111038  
Program Studi : Teknik Mesin  
Minat : Produksi

KOMISI PEMBIMBING :

Pembimbing 1 : Ir. Endi Sutikno, MT.  
Pembimbing 2 : Bayu Satriya Wardhana, ST., M.eng.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT., MET.  
Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST., MT.  
Dosen Penguji 3 : Ir. Agustinus Ariseno, MT.

Tanggal Ujian : 13 Januari 2016  
SK Penguji : 67/UN10.6/SK/2016



**PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, Januari 2016

Mahasiswa



Tafsiri Sastra

NIM. 115060201111038



*Teriring Ucapan Tulus Terima Kasih kepada:  
Ayahanda M. Rusnan, Ibunda Nurhayati dan Keluarga Tercinta.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan ijin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun judul dari skripsi penulis adalah Pengaruh *Feeding* Terhadap Keakurasian Geometri Ulir Standar ISO Metrik Menggunakan Aluminium 6061 Pada Mesin CNC ET-242, disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan dari skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada :

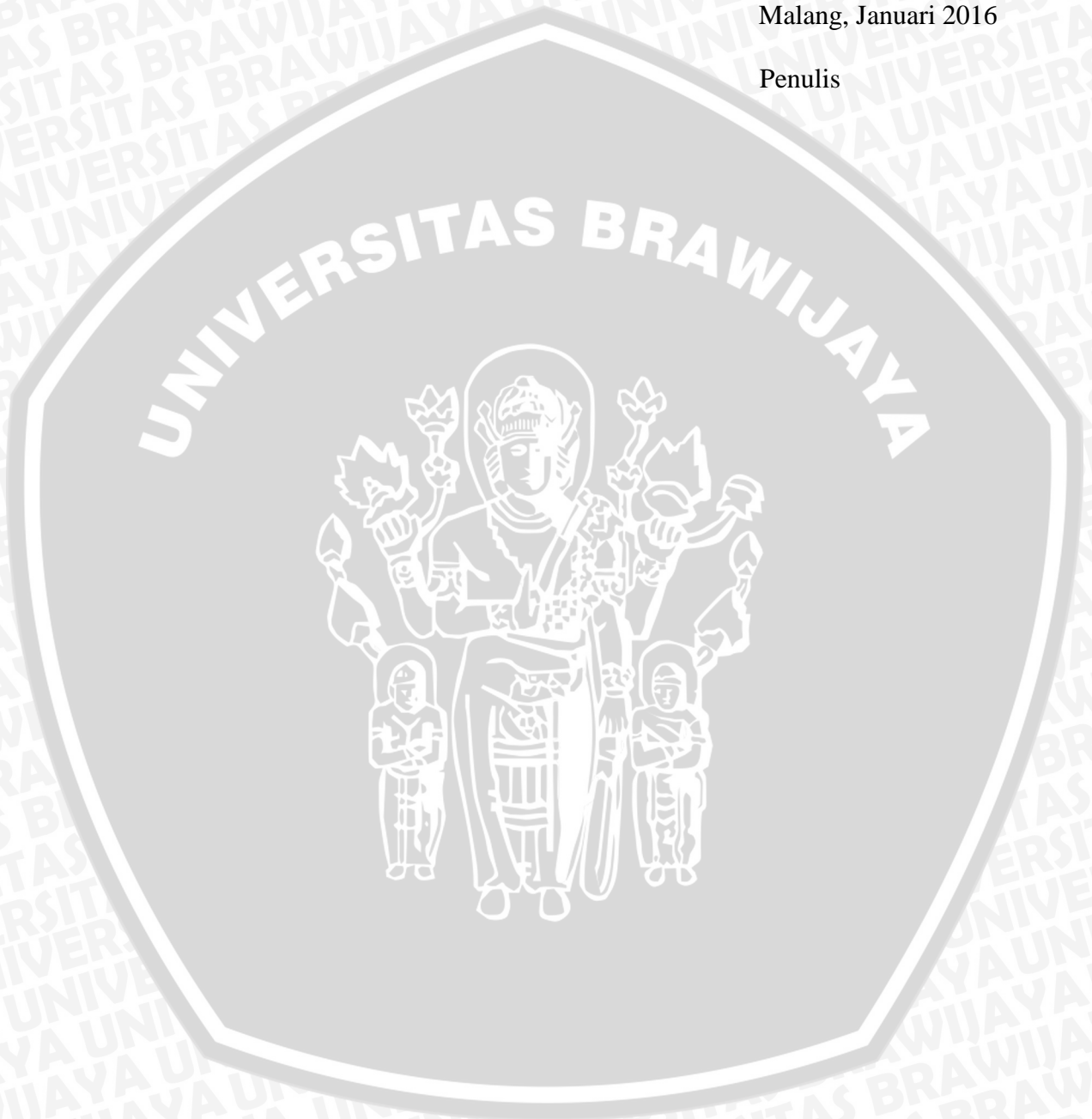
- Bapak Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Bapak Purnami, ST., MT. Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Ibu Dr. Eng Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Kepala Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Bapak Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST., M. Eng. selaku dosen penasehat akademik atas segala nasehat dan arahan yang telah diberikan.
- Bapak Ir. Endi Sutikno, MT. Selaku dosen pembimbing pertama atas segala bimbingan, nasehat, arahan, motivasi, dan saran yang telah diberikan.
- Bapak Bayu Satriya Wardhana, ST., M.Eng. Selaku dosen pembimbing kedua atas segala bimbingan, nasehat, arahan, motivasi, dan saran yang telah diberikan.
- Rekan dalam pengerjaan skripsi, Rizki Rivandy sebagai teman tukar pendapat, dan telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Teman-teman Asisten Laboratorium Metrologi Industri atas dukungan dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
- Teman-teman Teknik Mesin Brawijaya terutama teman-teman angkatan 2011, atas segala dukungan dan solidaritasnya.
- Teman-teman seperjuangan dalam menuntut ilmu di Malang, kak soma, kak oyiq, fauzan, Dedy, Teguh, Khasemy, Yopa, Habib, Rian, dan masih banyak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah banyak memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.



Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan teknologi.

Malang, Januari 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penilitaian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 CNC ( <i>Computer Numerically Controlled</i> ) .....	5
2.2.1 Mesin Bubut CNC .....	6
2.3 Parameter Pemetongan .....	10
2.3.1 Kecepatan Potong ( <i>Cutting Speed</i> ) .....	11
2.3.2 Kecepatan Pemakanan .....	11
2.3.3 Kedalaman Pemotongan ( <i>Depth of Cut</i> ) .....	12
2.4 Pahat .....	13
2.4.1 Gaya Potong .....	13
2.4.2 Pemegang Pahat ( <i>Tool Holder</i> ) .....	14
2.4.3 Bentuk Geram ( <i>Chip</i> ) .....	14
2.4.3.1 Tipe Geram .....	15
2.4.4 Material Pahat .....	17
2.5 Ulir ( <i>Thread</i> ) .....	18
2.5.1 Pengertian Ulir .....	18
2.5.2 Jenis-Jenis Ulir .....	18
2.5.3 Fungsi ulir .....	20
2.5.4 Geometri Ulir .....	21
2.5.5 Standar UmurUlir .....	22
2.5.6 Kesalahan Profil Ulir .....	22
2.6 Akurasi .....	25
2.7 Material Bahan .....	25
2.7.1 Aluminium 6061 (Al-Mg-Si) .....	25
2.8 Hipotesis .....	26



**BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Variabel Penelitian .....	27
3.1.1	Variabel Bebas.....	27
3.1.2	Variabel Kontrol.....	27
3.1.3	Variabel Terikat.....	27
3.2	Alat dan Bahan yang Digunakan.....	28
3.2.1	Alat yang Digunakan.....	28
3.2.2	Bahan yang Digunakan.....	30
3.2.3	Bentuk Spesimen.....	31
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.4	Prosedur Penelitian.....	32
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	33

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHSAN**

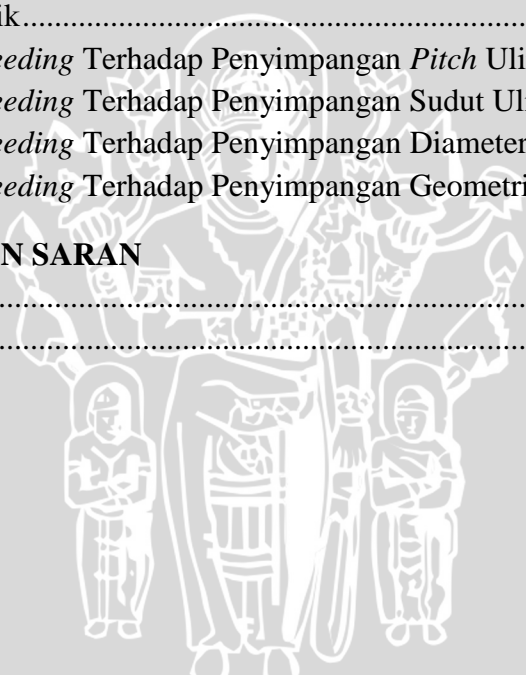
4.1	Data Hasil Pengujian .....	35
4.2	Pengolahan Statistik .....	37
4.3	Pembahasan Grafik.....	40
4.3.1	Pengaruh <i>Feeding</i> Terhadap Penyimpangan <i>Pitch</i> Ulir .....	41
4.3.2	Pengaruh <i>Feeding</i> Terhadap Penyimpangan Sudut Ulir .....	42
4.3.3	Pengaruh <i>Feeding</i> Terhadap Penyimpangan Diameter Minor Ulir.....	44
4.3.4	Pengaruh <i>Feeding</i> Terhadap Penyimpangan Geometri Ulir.....	45

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran .....	47

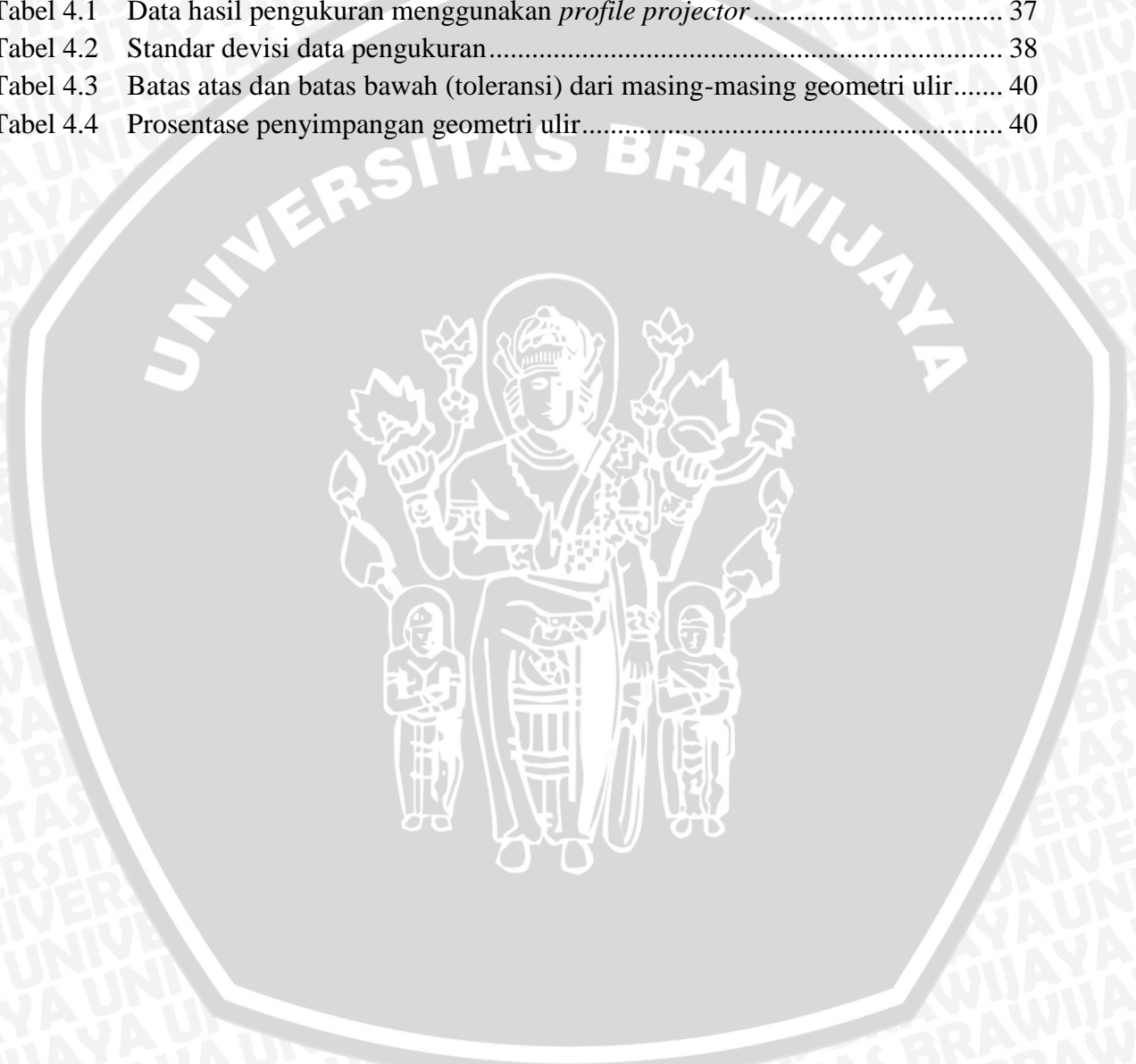
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



**DAFTAR TABEL**

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kelebihan dan kekurangan antara mesin bubut CNC dengan konvensional.....	7
Tabel 2.2	Komposisi kimia Al-Mg-Si .....	25
Tabel 2.3	Sifat mekanik paduan Al-Mg-Si.....	26
Tabel 3.1	Komposisi kimia pada aluminium 6061 .....	30
Tabel 3.2	Dimensi teoritis masing-masing standar ISO Metrik .....	31
Tabel 4.1	Data hasil pengukuran menggunakan <i>profile projector</i> .....	37
Tabel 4.2	Standar deviasi data pengukuran.....	38
Tabel 4.3	Batas atas dan batas bawah (toleransi) dari masing-masing geometri ulir.....	40
Tabel 4.4	Prosentase penyimpangan geometri ulir.....	40



## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Gerakan pada proses pembubutan .....	6
Gambar 2.2	Bentuk dasar pembubutan.....	8
Gambar 2.3	Arah <i>radial infeed</i> .....	9
Gambar 2.4	Arah <i>flank infeed</i> .....	10
Gambar 2.5	Arah <i>incremental infeed</i> .....	10
Gambar 2.6	Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat .....	11
Gambar 2.7	Gerak makan .....	12
Gambar 2.8	Kedalaman pemakanan .....	12
Gambar 2.9	Sistem pemotongan tegak dan sistem pemotongan miring .....	13
Gambar 2.10	Pembentukan geram.....	15
Gambar 2.11	Geram kontinyu ( <i>countinuous chip</i> ) .....	15
Gambar 2.12	Geram kontinyu dengan <i>built-up edge</i> (BUE).....	16
Gambar 2.13	Geram bersegmen ( <i>segmented chip</i> ).....	16
Gambar 2.14	Geram Diskontinyu ( <i>discountinuous chip</i> ).....	17
Gambar 2.15	Ulir tunggal dan ulir ganda .....	19
Gambar 2.16	Jenis ulir berdasarkan bentuk sisi .....	20
Gambar 2.17	Dimensi-dimensi pada ulir.....	21
Gambar 2.18	Efek kesalahan sudut sisi ulir .....	23
Gambar 2.19	Grafik kesalahan pits kumulatif.....	24
Gambar 2.20	Ketidaklurusan alur ulir .....	24
Gambar 2.21	Pengaruh kesalahan pits.....	25
Gambar 3.1	Mesin bubut CNC-ET 242.....	28
Gambar 3.2	Pahat <i>insert</i> .....	29
Gambar 3.3	<i>Tool holder</i> .....	29
Gambar 3.4	<i>Profile projector</i> .....	30
Gambar 3.5	<i>Vernier caliper</i> .....	30
Gambar 3.6	Benda kerja sebelum penguliran.....	31
Gambar 3.7	Rancangan Benda kerja penguliran .....	31
Gambar 3.8	jarak <i>chuck</i> dengan benda kerja.....	32
Gambar 3.9	Diagram alir penelitian .....	33
Gambar 4.1	Titik-titik pengukuran pada setiap geometri ulir .....	35
Gambar 4.2	Uji t untuk data pengukuran <i>pitch</i> ulir pda <i>feeding</i> 1,5 .....	39
Gambar 4.3	Uji t untuk data pengukuran sudut ulir pda <i>feeding</i> 1,5.....	39
Gambar 4.4	Uji t untuk data pengukuran diameter minor ulir pda <i>feeding</i> 1,5.....	40
Gambar 4.5	Grafik pengaruh <i>feeding</i> terhadap penyimpangan <i>pitch</i> ulir .....	41
Gambar 4.6	Grafik pengaruh <i>feeding</i> terhadap penyimpangan sudut ulir.....	42
Gambar 4.7	Grafik pengaruh <i>feeding</i> terhadap penyimpangan dia. minor ulir.....	44
Gambar 4.8	Diagram pengaruh <i>feeding</i> terhadap penyimpangan geometri ulir.....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

- | No          | Judul   |
|-------------|---|
| Lampiran 1. | Surat keterangan penelitian pembubutan ulir menggunakan mesin CNC ET-242 di Laboratorium CNC Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.   |
| Lampiran 2. | Program penguliran pada mesin CNC ET-242.   |
| Lampiran 3. | Surat keterangan penelitian di Laboratorium Proses Manufaktur I Teknik Mesin Universitas Brawijaya.   |
| Lampiran 4. | Surat keterangan penelitian pengukuran geometri ulir menggunakan <i>profile projector</i> di Laboratorium Metrologi Industri Teknik Mesin Universitas Brawijaya beserta hasil pengukuran. |
| Lampiran 5. | Gambar hasil pembubutan ulir.   |
| Lampiran 6. | Spesifikasi untuk pahat ulir.   |
| Lampiran 7. | Spesifikasi untuk <i>tool holder</i> .  |
| Lampiran 8. | Komposisi kimia paduan aluminium 6061.  |



## RINGKASAN

**Tafsiri Sastra**, Jurusan Teknik Mesin Brawijaya, Malang, Januari 2016, *Pengaruh Feeding Terhadap Keakurasian Geometri Ulir Standar ISO Metrik Menggunakan Aluminium 6061 Pada Mesin CNC ET-242*. Dosen pembimbing: Endi Sutikno dan Bayu Satriya Wardhana.

Dalam bidang manufaktur ulir merupakan produk atau komponen yang sangat penting, dimana ulir sendiri memiliki berbagai macam fungsi antara lain sebagai alat pemersatu, sebagai penerus daya dan sebagai pencegah terjadinya kebocoran, sehingga diperlukan kualitas produk yang baik. Oleh sebab itu diperlukan kondisi pemotongan yang sesuai guna melihat kondisi mana yang sesuai dalam pengerjaan ulir dengan menggunakan mesin CNC-ET 242.

Dalam penelitian ini diambil beberapa geometri ulir yang akan menjadi pembahasan yaitu *pitch* ulir, sudut ulir, dan diameter minor ulir, dengan berbagai macam kondisi pemotongan yang ada, kita akan mengambil *feeding* sebagai parameter yang akan mempengaruhi geometri ulir, dimana *feeding* yang digunakan pada penelitian ini sebesar 1,5 mm/rev., 2 mm/rev., 2,5 mm/rev., 3 mm/rev., dan 3,5 mm/rev. Sedangkan variabel terikatnya adalah keakurasian dari geometri ulir yang dihasilkan meliputi *pitch* ulir, sudut ulir dan diameter minor ulir.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin besar *feeding* yang digunakan pada pembuatan ulir maka tingkat keakurasian dari geometri ulir akan semakin rendah atau dengan kata lain prosentase penyimpangan akan semakin meningkat. Prosentase penyimpangan geometri ulir paling besar terjadi pada sudut ulir dimana prosentase penyimpangan mulai dari 0,675% sampai dengan 2,541%, selanjutnya pada *pitch* ulir dari 0,533% sampai dengan 1,457%, dan prosentase penyimpangan terkecil terjadi pada diameter minor ulir dari 0,128% sampai 0,731%.

Kata kunci : *Thread* (ulir), *feeding*, keakurasian geometri ulir.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang manufaktur sangat berkembang pesat, perkembangan ini disebabkan oleh permintaan industri pasar yang menuntut hasil dari suatu produk berkualitas tinggi, kualitas suatu produk dapat dilihat dari keakurasian geometrinya. Salah satu proses manufaktur adalah proses pemesinan, proses pemesinan sendiri merupakan proses pembentukan suatu produk dengan pemotongan menggunakan mesin perkakas contohnya proses bubut CNC ET-242 (*Computer Numerically Controlled*) yang dimana kelebihan dari mesin ini dapat menghasilkan produk yang lebih akurat dan laju produksi lebih efisien dari pada mesin bubut konvensional. Proses bubut CNC ET-242 ini dapat menyesuaikan berbagai macam pengerjaan dengan bentuk silinder yang dimana benda kerja akan berputar pada *chuck* dan pahat akan memotong atau menyayat benda kerja tersebut sesuai dengan jenis proses yang dikerjakan salah satunya proses bubut ulir.

Pada pembubutan ulir menggunakan mesin bubut CNC ET-242 prosesnya menjadi sangat efisien dan efektif, karena sangat memungkinkan membuat ulir dengan kisar (*pitch*) yang bervariasi dalam waktu relatif cepat dan produk ulir yang diperolehpun lebih akurat. Keakuratan dari produk ulir sangat penting karena dalam kehidupan sehari-hari ulir merupakan komponen yang memiliki berbagai fungsi antara lain sebagai alat pemersatu dimana menyatukan beberapa komponen dan biasanya digunakan adalah ulir-ulir segi tiga, sebagai penerus daya misalnya sistem ulir pada mesin bubut dimana daya yang berada pada *gear box* berupa gerak rotasi akan diteruskan ke *lead screw* menjadi gerak translasi, biasanya digunakan ulir segi empat, dan sebagai pencegah terjadinya kebocoran pipa dan kebanyakan yang dipakai untuk penyambungan pipa ini adalah ulir-ulir *Whitworth*.

Dalam melakukan pembubutan ulir sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter saat melakukan pemotongan benda kerja, parameter pemotongan merupakan sebuah ukuran untuk menentukan kualitas dari benda yang dikerjakan, salah satu contoh parameter pemotongan adalah *feeding*, *feeding* merupakan jarak yang dilalui pahat dalam persatu putaran dari benda kerja yang dimana *feeding* mempengaruhi bentuk permukaan dari



benda kerja, dan adapun yang mempengaruhi *feeding* sendiri antara lain bahan dari pahat potong, jenis pekerjaan pembubutan dan material benda kerja tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Nalbant, 2007), dapat kita ketahui, yang menjadi pengaruh terbesar dalam proses pembuatan ulir adalah *infeed angles*, yang dimana disimpulkan semakin besar *infeed angle* yang digunakan maka akan memperbesar gaya potong sehingga akan memperbesar kerusakan pada puncak ulir.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Setyawan, 2012), dapat kita ketahui bahwa putaran *spindle* dan *depth of cut* berpengaruh pada penyimpangan bentuk geometris ulir, dimana disimpulkan jika nilai putaran *spindle* dinaikkan maka tingkat keakuratan geometri ulir akan semakin rendah begitu pula dengan *depth of cut*, dengan semakin bertambahnya *depth of cut* maka tingkat keakuratan geometri ulir akan semakin rendah pula.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pratama, 2013), dapat kita ketahui bahwa semakin besar *feeding* maka akan meningkatkan kekasaran permukaan pada benda kerja. Besarnya *feeding* akan berpengaruh terhadap penampang geram sebelum terpotong yang semakin besar juga sehingga membutuhkan gaya potong yang lebih besar. Gaya potong yang besar akan meningkatkan defleksi dan deformasi semakin besar. Dengan semakin rendahnya kekakuan benda kerja akan mengakibatkan defleksi yang terjadi bertambah lagi.

Dalam penelitian ini parameter pemotongan yang digunakan adalah *feeding* karena pada penelitian-penelitian sebelumnya belum diketahui pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan geometri ulir dan adapun ulir yang digunakan adalah ulir standar ISO Metrik karena ulir jenis ini banyak digunakan pada bidang manufaktur.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari pokok permasalahan yang didapatkan maka terdapat bentuk kajian dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh *feeding* terhadap keakuratan geometri ulir standar ISO Metrik menggunakan aluminium 6061 pada mesin CNC ET-242 ?

## 1.3 Batasan Masalah

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

1. Mesin yang digunakan adalah mesin CNC ET-242.
2. Material produk yang digunakan adalah aluminium 6061.
3. Parameter pemotong yang divariasikan hanya *feeding*.

4. Sudut potong yang dipakai adalah  $60^{\circ}$ .
5. Standar ulir yang digunakan adalah standar ISO Metrik. (M30x1,5., M30x2., M30x2,5., M30x3., M30x3,5)
6. Pahat yang digunakan adalah pahat jenis *insert* karbida.
7. Panjang *toolholder* 120 mm.
8. Pahat diasumsikan tajam.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah mengetahui pengaruh *feeding* terhadap geometri ulir standar ISO Metrik menggunakan Aluminium 6061 pada mesin CNC ET-242.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini didapatkan manfaat sebagai berikut:

1. Untuk peneliti dapat memahami eksperimen dan pengaruh proses pengerjaan produk terhadap bentuk kualitas produk.
2. Untuk pengaplikasiannya, dapat menjadi bahan pembelajaran untuk membuat produk yang berkualitas.
3. Sebagai refrensi untuk melakukan pengembangan penelitian selanjutnya.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

(Nalbant, 2007) dapat diketahui yang menunjukkan pengaruh terbesar adalah *infeed angles*, karena semakin besar *infeed angle* maka akan memperbesar gaya potong sehingga akan memperbesar kerusakan pada puncak ulir.

(Setyawan, 2012) dapat diketahui bahwa putaran *spindle* dan *depth of cut* berpengaruh pada penyimpangan bentuk geometris ulir, yang dimana jika nilai putaran *spindle* dinaikkan maka tingkat penyimpangan geometri 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.

(Pratama, 2013) dapat kita ketahui bahwa semakin besar *feeding* maka akan meningkatkan kekasaran permukaan pada benda kerja. Besarnya *feeding* akan berpengaruh terhadap penampang geram sebelum terpotong yang semakin besar juga sehingga membutuhkan gaya potong yang lebih besar. Gaya potong yang besar akan meningkatkan defleksi dan deformasi semakin besar. Dengan semakin rendahnya kekakuan benda kerja akan mengakibatkan defleksi yang terjadi bertambah lagi.

### 2.2 CNC (*Computer Numerically Controlled*)

Dalam teknologi ini komputer telah diaplikasikan ke dalam alat-alat mesin perkakas di antaranya mesin bubut, mesin frais, mesin sekrap, mesin bor, dan lain-lain. Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan CNC (*Computer Numerically Controlled*). Sistem pengoperasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Secara umum konstruksi mesin perkakas CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya. Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis, mesin perkakas CNC lebih baik. Sehingga di era modern seperti saat ini banyak industri-industri mulai meninggalkan mesin-mesin perkakas konvensional dan beralih menggunakan mesin- mesin perkakas CNC. Secara garis besar pengertian mesin CNC adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (perintah gerakan yang menggunakan angka dan huruf).



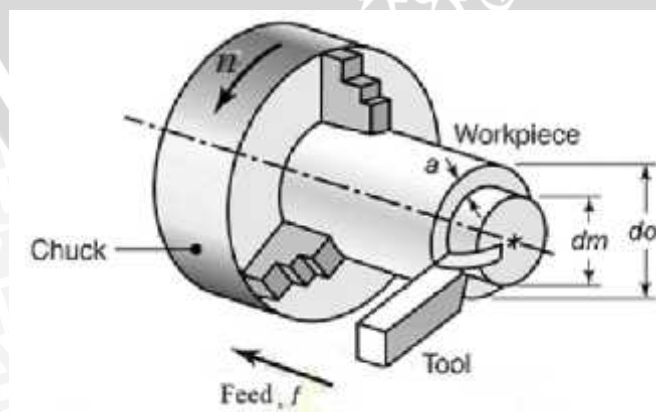
Sebagai contoh: apabila pada layar monitor mesin kita tulis M03 maka *spindel* utama mesin akan berputar, dan apabila kita tulis M05 maka *spindel* utama mesin akan berhenti berputar.

### 2.2.1 Mesin Bubut CNC

Mesin bubut CNC secara garis besar dapat digolongkan menjadi dua, yaitu mesin bubut CNC *Training Unit* (TU) dan mesin bubut CNC *Production Unit* (PU). Kedua mesin tersebut mempunyai prinsip kerja yang sama, akan tetapi yang membedakan kedua tipe mesin tersebut adalah penggunaannya di lapangan. CNC TU dipergunakan untuk pelatihan dasar pemrograman dan pengoperasian CNC yang dilengkapi dengan EPS (*External Programing Sistem*). Mesin CNC jenis *Training Unit* hanya mampu dipergunakan untuk pekerjaan pekerjaan ringan dengan bahan yang relatif lunak. Sedangkan Mesin CNC PU dipergunakan untuk produksi massal, sehingga mesin ini dilengkapi dengan assesoris tambahan seperti sistem pembuka otomatis yang menerapkan prinsip kerja hidrolis, pembuangan tatal, dan sebagainya.

Gerakan mesin bubut CNC dikontrol oleh komputer, sehingga semua gerakan yang berjalan sesuai dengan program yang diberikan, keuntungan dari sistem ini adalah memungkinkan mesin untuk diperintah mengulang gerakan yang sama secara terus menerus dengan tingkat ketelitian yang sama pula.

Prinsip kerja mesin bubut CNC juga sama dengan mesin bubut konvensional yaitu benda kerja yang dipasang pada *chuck* sedangkan pahat akan bergerak memotong benda kerja sesuai program yang dimasukkan. Gerakan pemotongan pada mesin bubut dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gerakan pada proses pembubutan

Sumber : Kalpakjian & Schmid (2006)

Pada tabel 2.1 akan dijelaskan kelebihan dan kekurangan antara mesin bubut konvensional dengan mesin bubut CNC (*Computer Numerically Controlled*).

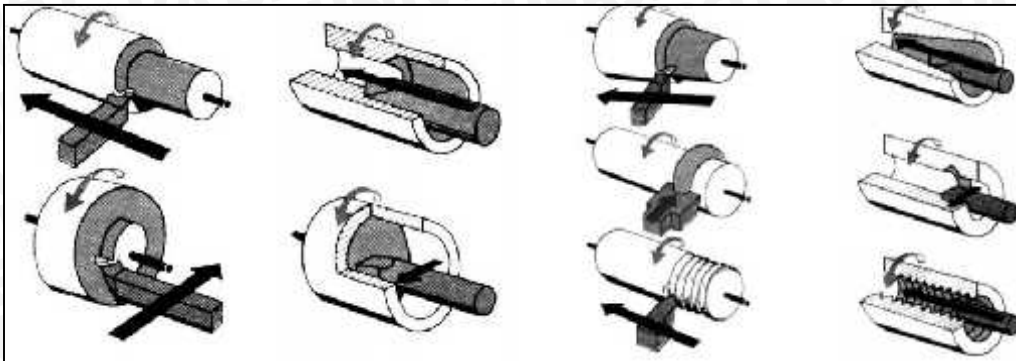
Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan antara mesin bubut CNC dengan mesin bubut konvensional

Mesin bubut CNC	Mesin bubut konvensional
<p><b>Kelebihan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baik digunakan untuk produksi skala masal.</li> <li>- Hasil produksi mampu dikontrol dengan sangat baik.</li> <li>- Tingkat ketelitian pengukuran lebih akurat.</li> <li>- Tidak perlu dilakukan pemeriksaan produk yang dihasilkan secara terus menerus.</li> <li>- Waktu yang dibutuhkan untuk pabrikasi lebih cepat.</li> <li>- Tidak membutuhkan tempat yang terlalu luas untuk mesin.</li> <li>- Operator tidak harus terampil seperti operator mesin bubut konvensional.</li> </ul> <p><b>Kekurangan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pabrikasi komponen benda kerja yang sederhana menjadi sulit karena menggunakan format yang rumit.</li> <li>- Modal awal yang dibutuhkan lebih besar.</li> <li>- Membutuhkan biaya pemeliharaan yang lebih besar.</li> <li>- Kinerja mesin menggantungkan pada peralatan NC.</li> <li>- Membutuhkan operator yang mampu memprogram peralatan NC.</li> </ul>	<p><b>Kelebihan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baik digunakan untuk produksi skala tertentu atau produksi-produksi individu.</li> <li>- Tidak membutuhkan <i>programmer</i>.</li> <li>- Pengoprasian mesin lebih mudah karena tidak perlu memasukkan data.</li> <li>- Modal awal yang dibutuhkan relatif kecil.</li> <li>- Biaya pemeliharaan mesin lebih rendah dibanding mesin bubut CNC.</li> </ul> <p><b>Kekurangan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Butuh waktu relatif lama dalam penyetingan mesin.</li> <li>- Tingkat ketelitian pengukuran kurang akurat.</li> <li>- Waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi kurang efisien.</li> <li>- Tingkat keterampilan atau ketelitian operator mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.</li> <li>- Kualitas produk yang dihasilkan harus dipantau secara terus menerus.</li> <li>- Memerlukan tempat yang cukup luas untuk mesin karena ukurannya relatif besar dan panjang.</li> </ul>

Sumber: Dina (2014)



Pada gambar 2.2 akan dijelaskan beberapa jenis operasi pengerjaan yang dapat dilakukan mesin bubut CNC.



Gambar 2.2 Bentuk dasar pembubutan.

Sumber: Wijanarka, dkk (2008 : 155)

a). Pembubutan Silindris.

Gerakan dari pahat bergerak tegak lurus dengan sumbu y atau sumbu putaran dari benda kerja, sehingga didapatkan panjang dari benda yang diinginkan.

b). Pengerjaan membidang

Gerakan dari pahat bergerak tegak lurus dengan sumbu y atau sumbu putaran dari benda kerja, sehingga didapatkan panjang dari benda kerja yang diinginkan.

c). Pembubutan tirus

Gerakan pahat bergerak miring dari arah sumbu benda kerja, dengan melalui perhitungan didapatkan kemiringan yang sesuai kebutuhan.

d). Pembubutan alur

Gerakan yang arahnya tegak lurus dengan sumbu benda kerja.

e.) Pembubutan bola

Gerakan gerakan alat potong bisa bergerak dua arah yaitu sejajar dengan sumbu dan tegak lurus dimana hal ini dilakukan secara bersamaan, sehingga menghasilkan bentuk bulat.

f). Membubut Ulir

Meskipun dimungkinkan membubut ulir dalam berbagai bentuk, tetapi mesin bubut biasanya dipilih jika hanya sedikit ulir yang akan dibuat atau jika diinginkan bentuk ulir yang khusus. Biasanya hampir setiap mesin bubut telah tersedia mekanisme pembubutan ulir, dan instruksi tersebut juga sudah disertakan pada panel mesin bubutnya. Sehingga

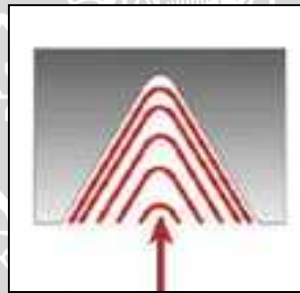


hanya dengan memilih dan menarik tuas yang di inginkan, maka mesin bubut akan bekeja untuk membuat ulir sesuai dengan yang diinginkan.

Setidaknya terdapat tiga metode dalam pemakanan (*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 antaralain, terjadinya keausan pahat di kedua sisi *nosenya*, 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. Seperti yang bisa dilihat pada gambar 2.3.

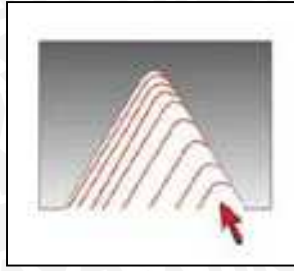


Gambar 2.3 Arah *radial infeed*

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 yang bisa dilihat pada gambar 2.4 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 maka 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 yang bisa dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arah *Incremental Infeed*

Sumber: Antika (2013)

## 2.3 Parameter Pemetongan

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.

### 2.3.1 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 dan kekerasan dari pahat potongnya. Rumus untuk mencari kecepatan potong, yaitu:

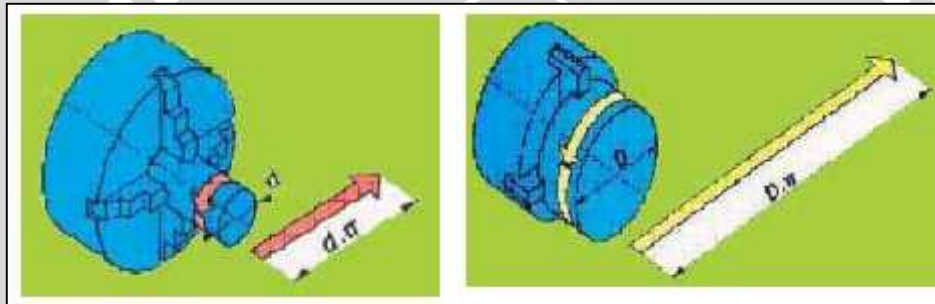
$$V = \frac{n \cdot D \cdot \pi}{1} \quad (2-1)$$

Keterangan

V = kecepatan potong (m/menit)

D = diameter benda kerja (mm)

n = jumlah putaran (rpm)



Gambar 2.6 Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat

Sumber: Wijanarka, dkk (2008 : 154)

### 2.3.2 Kecepatan Pemakanan

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:

$$V_f = f \cdot n \quad (2-2)$$

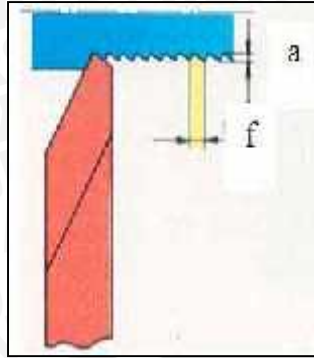
Keterangan :

$V_f$  = kecepatan pemakanan (mm/min)

f = gerak makan (mm/rev)

n = jumlah putaran (rpm)





Gambar 2.7 gerak makan

Sumber: Wijanarka, dkk (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 atau melakukan pemakanan dari dimensi awal, dengan melakukan penyayatan sehingga terjadi pengurangan dimensi dari benda kerja tersebut, adapun rumus untuk mencari kedalaman pemakanan (*depth of cut*).

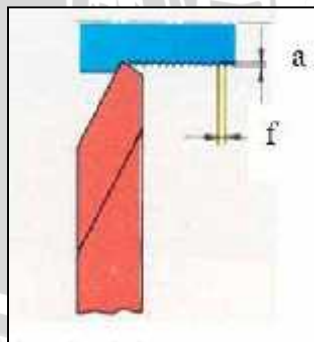
$$a = \frac{d - d_m}{2} \quad (2-3)$$

Keterangan :

a = kedalaman pemotongan (mm)

do = diameter awal (mm)

dm = diameter akhir (mm)



Gambar 2.8 kedalaman pemakanan

Sumber: Wijanarka, dkk (2008 : 154)

## 2.4 Pahat

### 2.4.1 Gaya Potong

Pemilihan gaya potong saat melakukan proses pemotongan sangatlah 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:

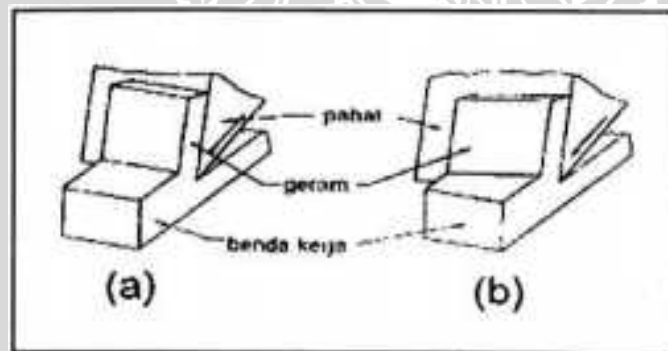
a. Sistem pemotongan tegak (*Orthogonal Cutting*)

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

b. Sistem pemotongan miring (*Oblique Cutting*)

Sistem pemotongan miring memiliki sudut kemiringan yang bervariasi, dengan menggunakan posisi pemotongan secara *oblique* maka akan membuat bidang kontak antara pahat dengan benda kerja lebih besar dan selain itu juga dapat mempercepat laju pembuangan panas saat proses pemotongan.

Kedua sistem pemotongan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sistem pemotongan tegak dan sistem pemotongan miring

Sumber: *boothroyd* (1981 : 63)

Rumus Empirik Gaya Potong

$$F_v = \frac{\tau_{sh} \cdot b \cdot h \cdot \cos(\alpha - \tau_o)}{\sin \phi \cdot \cos(\phi + (\alpha - \tau_o))} ; N \quad (2-4)$$

Dimana

$F_v$  : Gaya potong (N)

$\tau_{sh}$  : Tegangan geser dinamik, merupakan sifat dari benda kerja dalam hubungannya dengan proses pemotongan ( $N/mm^2$ )



$A = b.h$  : Penampang *chip* sebelum terpotong ( $\text{mm}^2$ )

$\tau_0$  : Sudut *chip*, karakteristik dari geometri pahat ( $^\circ$ )

$w$  : Sudut geser, merupakan sifat dari benda kerja dalam proses pemotongan dan dipengaruhi material pahat, geometri pahat dan kondisi pemotongan.

$\eta$  : Sudut gesek, menentukan rasio antara gaya normal dan gaya tangensial dari *chip* pada bidang *chip* pahat, dan dipengaruhi kondisi pemotongan.

### 2.4.2 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:

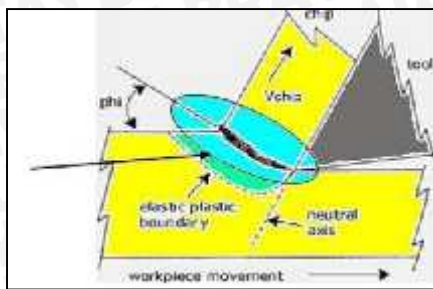
1. Metode pemasangan sisipan: menentukan bentuk sisipan
2. Bentuk sisipan: menentukan jumlah mata potong
3. Bentuk pemegang: menentukan jenis pemakiannya
4. Sudut bebas: ditentukan bersama-sama dengan sudut bebas pada sisipan pahat
5. Posisi mata potong: menentukan arah gerak pemakanan
6. Tinggi, tebal,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

Jenis sisipan dari pemegang pahat (*tool holder*) ini menggunakan baut yang menjepit mata pahat sehingga memiliki kondisi yang kokoh. Pemegang pahat memiliki standar dari bentuk ukuran karena merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari suatu produk.

### 2.4.3 Bentuk Geram (*Chip*)

Proses terbentuknya geram hampir disemua proses pemesinan, yang dimana bentuk dari geram ini sendiri dipengaruhi oleh parameter-parameter pemotongan. Logam yang umumnya bersifat ulet (*ductile*) jika mendapat tekanan akan menimbulkan tegangan pada daerah sekitar konsentrasi gaya penekanan pahat. Tegangan di benda kerja tersebut memiliki orientasi kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser yang maksimal. Apabila tegangan geser ini melebihi dari kekuatan logam tersebut maka akan terdeformasi plastis yang akan menggeser dan memutuskan material benda kerja diujung pahat pada suatu bidang geser.





Gambar 2.10 Pembentukan geram

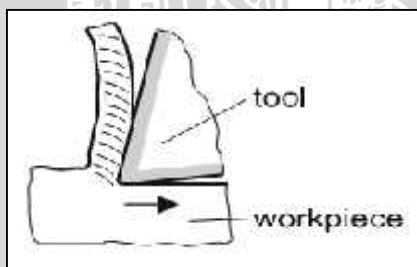
Sumber: Wijanarka, dkk (2008 : 22)

### 2.4.3.1 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 Kontinyu (*continous 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.



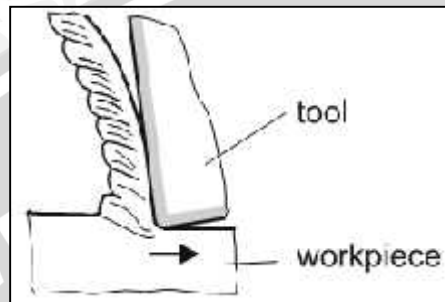
Gambar 2.11 Geram kontinyu (*continous chip*)

Sumber: Toenshoff & Denkena (2013 : 22)

#### 2. Geram kontinyu dengan *built-up edge* (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.

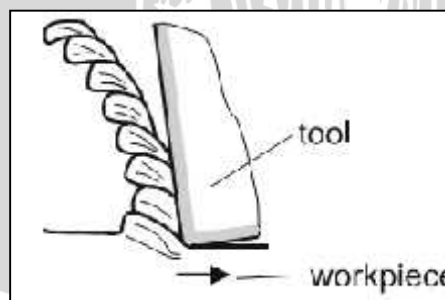


Gambar 2.12 Geram kontinyu dengan *built-up edge* (BUE)

Sumber: Toenshoff & Denkena (2013 : 22)

### 3. Geram bersegmen (*Segmented Chip*)

Geram tipe ini merupakan geram semi kontinyu, karena menghasilkan geram yang tidak pasti, kadang panjang dan kadang pendek. Geram jenis ini dihasilkan ketika memotong material yang ulet dengan kecepatan potong yang rendah serta kedalaman pemotongan yang tinggi.



Gambar 2.13 Geram bersegmen (*Segmented Chip*)

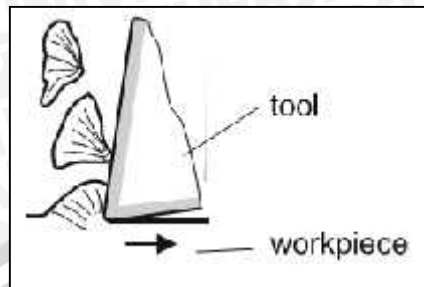
Sumber: Toenshoff & Denkena (2013 : 22)

### 4. Geram Diskontinyu (*Discountinuous 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. Tipe geram ini dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Geram Diskontinyu (*Discountinuous Chip*)

Sumber: Toenshoff & Denkena (2013 : 22 )

#### 2.4.4 Material Pahat

Material pahat yang baik harus memiliki sifat-sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik (ukuran tepat) dan ekonomis (waktu yang diperlukan pendek).

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

##### 1. Baja Murni

Merupakan baja yang mengandung carbon 0,5 sampai 1,5 %. Kekerasannya akan menghilang pada temperatur 250 °C, karena itu material ini tidak cocok digunakan untuk kecepatan potong tinggi. Pahat ini dikenal juga dengan "*Carbon Steel*" atau "*Tool Steel*" yang dimana material jenis ini biasanya digunakan untuk pengerjaan khusus saja.

##### 2. Baja Paduan

Material ini mengandung *tungsten* kurang lebih 18 %, *cobalt*, *chrom* kurang lebih 14 %, *molybdenum* dan *vanadium*. *Chrom* sendiri akan menambah kemampuan potong dan tahan terhadap karat, *tungsten* sendiri memberi tekanan tinggi terhadap keausan pada temperatur sampai 600 °C. Terdapat dua jenis baja, ada baja campuran tinggi dan baja campuran rendah.

Baja campuran tinggi (*High Speed Steel*) dapat memotong benda kerja dengan kekerasan kurang lebih 18 HRC, dan mampu mencapai angka CS 200 sfpm (*surface feet per minute*). Biasanya HSS digunakan untuk pembubutan kecepatan tinggi.



### 3. Berlian

Dalam banyak hal mata dari pahat kerap kali berupa berlian yang sangat keras dan mempunyai ketahanan yang lama. Kecepatan potongnya mampu diatas 5000 sfpm, dan biasanya digunakan untuk *finishing*.

### 4. Keramik

Terdiri dari oksid alumunium yang tercampur oksid lain sebagai pengikat. Tingkat kerapuhan yang cukup tinggi membutuhkan kecermatan terhadap guncangan. Biasanya ujung dari pahat dibuat radius. Biasanya digunakan untuk pengerjaan *finishing* dan angka kecepatan potongnya 1000 sampai 2000 sfpm. Material jenis ini mampu memotong benda kerja dengan kekerasan 57 HRC.

### 5. Cemented Carbide

Material jenis ini terdiri dari *tungsten, boron, tantalium, cobalt, dan carbon*. Carbide mampu bertahan pada temperatur 900 °C tanpa kehilangan kekerasannya. Sehingga mampu memotong benda kerja dengan kekerasan kurang lebih 60 HRC, dan mampu mencapai kecepatan potong 1000 sfpm. Keuntungannya adalah waktu pengerjaan relatif singkat, kualitas dari permukaan benda kerja baik, dan cocok untuk berbagai jenis material. Kerugiannya adalah material ini peka terhadap benturan dan perubahan temperatur secara tiba-tiba.

## 2.5 Ulir (*Thread*)

### 2.5.1 Pengertian Ulir

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

### 2.5.2 Jenis-Jenis Ulir

Secara umum jenis ulir bisa dilihat dari arah gerakan ulir, jumlah ulir dalam tiap gangnya dan bentuk dari permukaan ulir. Bisa juga jenis dari ulir dilihat dari standar yang digunakan, misalnya ulir Metrik, ulir *Whitworth* dan lain-lain.

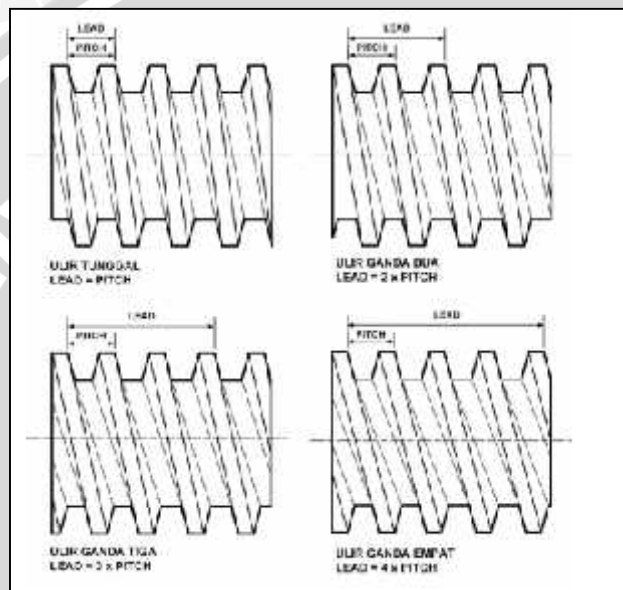
#### a. Menurut Arah Gerakan

Dibedakan dua jenis ulir yaitu ulir kiri dan kanan. Untuk dapat mengetahui apakah ulir tersebut termasuk ulir kiri atau kanan dapat dilihat arah kemiringan dari sudut sisi ulir, ataupun bisa juga dicek dengan cara memutar pasangan dari komponen-

komponen yang berulir misalnya, mur dan baut. Apabila sebuah mur dipasangkan dengan baut, dan kemudian diputar ke kanan atau searah dengan jarum jam ternyata murnya bergerak maju maka ulir tersebut termasuk jenis ulir kanan, dan sebaliknya.

b. Menurut Jumlah Ulir Tiap Gang

Dibedakan menjadi jenis ulir tunggal dan ulir ganda. Ulir ganda artinya dalam satu putaran, dari puncak ulir yang satu ke puncak ulir yang lain terdapat lebih dari satu ulir, misalnya dua ulir, tiga ulir dan empat ulir.



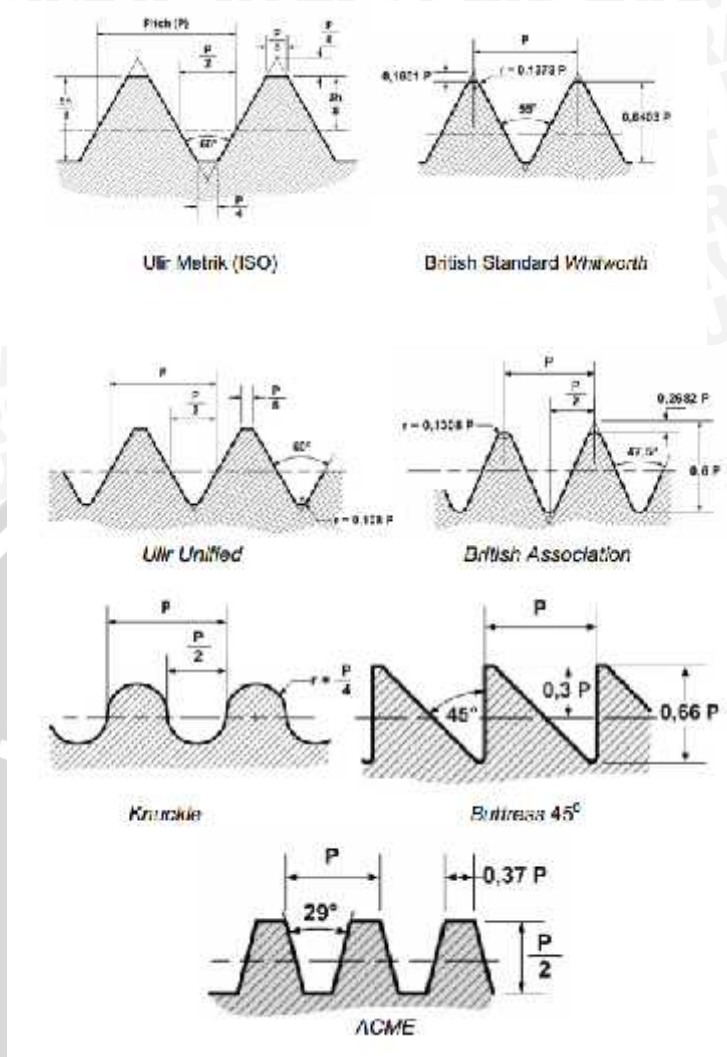
Gambar 2.15 Ulir tunggal dan ulir ganda.

Sumber: Munadi (2012 : 151)

c. Menurut Bentuk Dari Sisi Ulir

Dibedakan menjadi jenis ulir segi tiga, segi empat, trapesium, parabol atau *knuckle*. Bentuk dari sisi ulir ini juga ada kaitannya dengan standar yang digunakan. Berikut pada gambar 2.16 ini beberapa contoh dari bentuk ulir.





Gambar 2.16 Jenis ulir berdasarkan bentuk sisi ulir

Sumber: Munadi (2012 : 152)

### 2.5.3 Fungsi Ulir

Adapun fungsi ulir sebagai berikut :

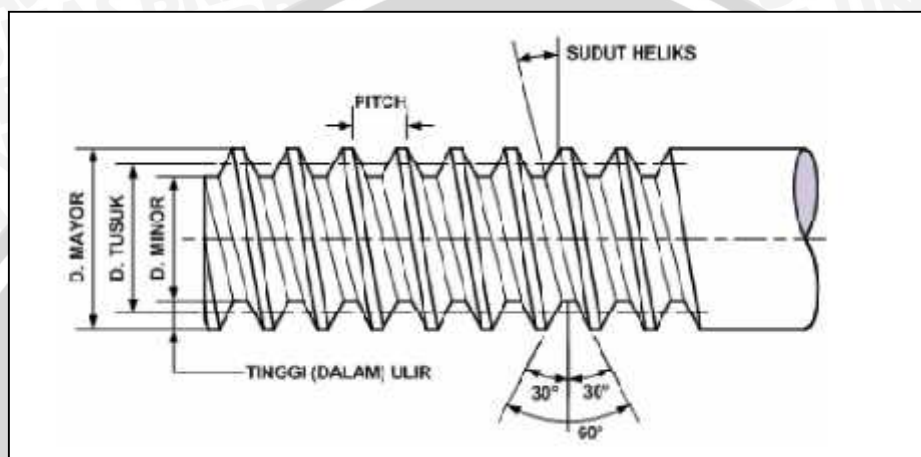
- Alat pemersatu, dimana menyatukan beberapa komponen menjadi satu unit. Biasanya digunakan ulir-ulir segi tiga, baik ulir yang menggunakan standar ISO, *American Standard* maupun *British Standard*.
- Penerus daya, dimana untuk memindahkan suatu daya menjadi daya lain misalnya sistem ulir pada mesin bubut dimana daya yang berada pada *gear box* berupa gerak rotasi akan diteruskan ke *lead screw* menjadi gerak translasi, biasanya digunakan ulir segi empat.



- c. Alat untuk mencegah terjadinya kebocoran, terutama pada sistem ulir yang digunakan pada penyambungan pipa. Biasanya yang digunakan untuk penyambungan pipa ini adalah ulir-ulir jenis *Whitworth*.

#### 2.5.4 Geometri Ulir

Dimensi-dimensi pada ulir dapat dilihat pada gambar 2.17 dibawah ini:



Gambar 2.17 Dimensi-dimensi pada ulir

Sumber: Munadi (2012 : 153)

- Diameter mayor merupakan diameter terbesar dari ulir.
- Diameter minor merupakan diameter terkecil dari ulir.
- Diameter *pitch* merupakan diameter semu yang terletak diantara diameter mayor dan diameter minor ulir.
- Pitch* merupakan dimensi yang pengaruhnya cukup besar terhadap pasangan ulir. Sebab jika jarak antara puncak ulir satu dengan puncak ulir lain tidak sama maka ulir ini tidak bisa dipasangkan dengan ulir yang lain.
- Sudut ulir merupakan sudut kedua sisi permukaan ulir yang dimana satuannya dalam derajat. Untuk standar *Whitworth* sudut ulirnya adalah  $55^\circ$  dan Untuk standar amerika dan ISO sudut ulirnya adalah  $60^\circ$ .
- Kedalaman ulir merupakan jarak antara diameter minor dengan diameter mayor ulir.

### 2.5.5 Standar Umum Ulir

Adapun standar-standar ulir yang umum digunakan antara lain:

#### a. Standar Metrik

Merupakan standar dengan sudut puncak  $60^\circ$  dan keseluruhan dimensi dalam metrik.

Adapun simbol dari ulir ini adalah "M".

#### b. Standar *whitworth* merupakan jenis ulir segitiga dengan sudut puncak $55^\circ$ dan keseluruhan dimensi dalam satuan inchi. Adapun simbol ulir ini adalah "W".

#### c. *Unified Fine* (UNF)

Merupakan jenis ulir gabungan dari satuan metris dan satuan *british*. Ulir ini memiliki sudut puncak  $60^\circ$  dan dimensi ukuran dalam satuan *british*. Ulir ini biasanya digunakan di negara Kanada dan Amerika Serikat. Adapun simbol jenis ini adalah "UNF".

#### d. *Unified Coarse* (UNC)

Merupakan versi kasar dari *Unified Fine*. Kasar (*coarse*) disini maksudnya adalah jumlah ulir tiap inchinya yang lebih sedikit dari jenis ulir UNF sehingga nampak kasar. Adapun simbol jenis ini adalah "UNC".

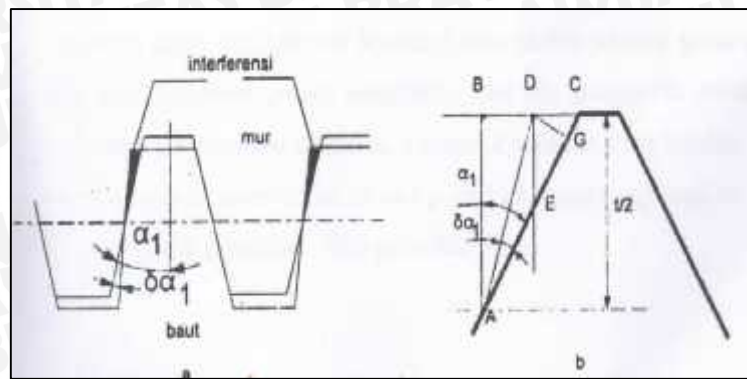
### 2.5.6 Kesalahan Profil Ulir

Kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi saat membuat ulir dengan menggunakan mesin antara lain: kesalahan diameter mayor, kesalahan diameter minor, kesalahan diameter *pitch*, kesalahan sudut ulir dan kesalahan *pitch* ulir. Untuk kesalahan diameter mayor ulir dan diameter minor ulir disebabkan karena kesalahan dimensi bahan atau karena kesalahan dalam penyetingan pahat pada mesin, terlalu dalam atau terlalu kurang dalam memotongnya dan untuk kesalahan diameter *pitch* ulir, kesalahan sudut ulir, dan kesalahan *pitch* ulir, kesemuanya merupakan kesalahan yang ada kaitannya dengan kesalahan fungsional.

#### 1. Kesalahan sudut ulir

Kesalahan ini dapat terjadi karena antara lain adanya kesalahan sudut pahat atau adanya kesalahan penyetingan posisi pahat pada mesin. Gambar 2.18 menunjukkan pasangan ulir di mana salah satu sudut sisi ulir yang lain terdapat kesalahan. Kenaikan diameter efektif (diameter tusuk) nya.





Gambar 2.18 Efek kesalahan sudut sisi ulir

Sumber: Rochim (2006 : 7372)

## 2. Kesalahan *pitch* ulir

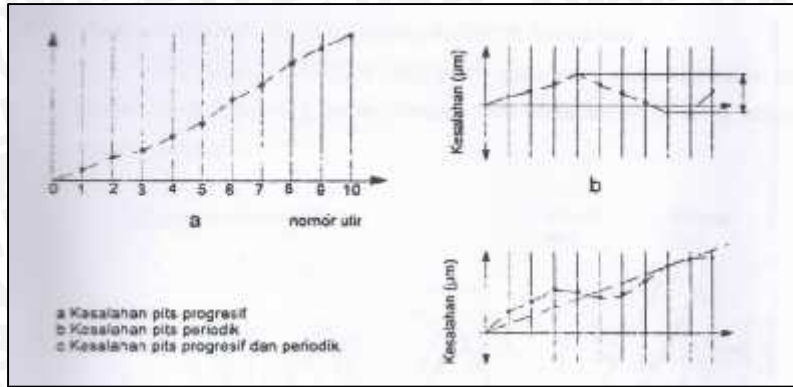
Dalam pembuatan ulir menggunakan mesin bubut maka tingkat ketelitian jarak puncak ulir yang dibuat akan tergantung pada dua hal:

- Kebenaran hasil bagi atau rasio antara kecepatan pemakanan (gerak translasi) dengan kecepatan potong (kecepatan putar dari benda kerja).
- Hasil bagi antara kecepatan pemakanan dengan kecepatan putar harus tetap konstan atau tetap selama proses pemotongan berlangsung.

Apabila syarat pertama tidak terpenuhi maka akan terjadi kesalahan jarak puncak ulir yang disebut dengan istilah kesalahan pit progresif (*progressive pitch error*). Hal ini mungkin terjadi dalam menetapkan kecepatan potong atau dikarenakan pendekatan berupa pengerjaan untuk ulir metris tetapi dikerjakan dengan pembubutan yang menggunakan penggerak ulir dalam *inch* sehingga menyebabkan terjadi kesalahan kemungkinan pada ulir penggerak meja mesin bubut.

Sebaliknya, apabila syarat nomor dua tidak terpenuhi maka akan terjadi kesalahan jarak puncak ulir yang disebut dengan istilah kesalahan pit periodik (*periodic pitch error*). Hal ini mungkin terjadi akibat kesalahan *pitch* pada roda gigi yang menggerakkan ulir penggerak dan akibat adanya gerakan aksial pada saat dilakukan proses penguliran dari ulir penggerak mesin akibat terjadi masalah pada bantalan tekannya. Garafik kesalahan pits kumulatif dapat dilihat pada gambar 2.19.



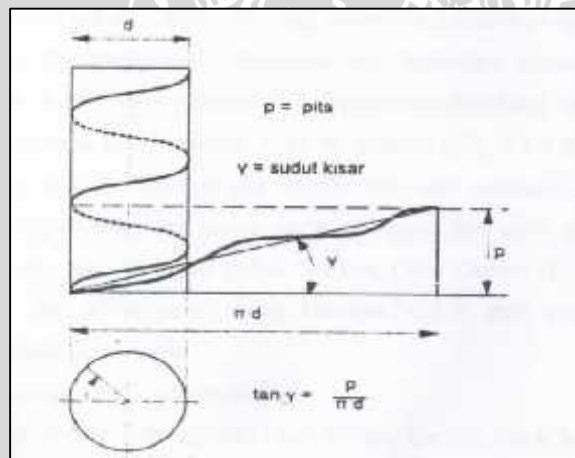


Gambar 2.19 Garafik kesalahan pita kumulatif

Sumber: Rochim (2006 : 374)

3. Ketidaklurusan alur ulir

Kesalahan ini disebabkan adanya kesalahan *pitch periodic* 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. Ketidaklurusan alur ulir dapat dilihat pada gambar 2.20.

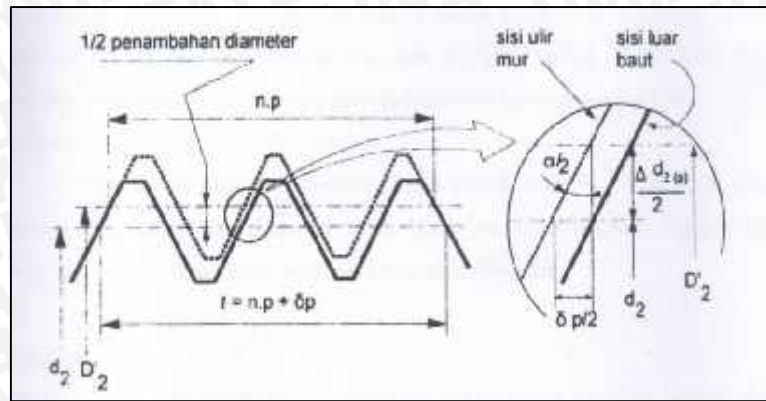


Gambar 2.20 Ketidaklurusan alur ulir

Sumber: Rochim (2006 : 374)

4. Pengaruh kesalahan *pitch* terhadap diameter fungsional

Apabila terjadi kesalahan jarak *pitch* pada baut, maka akan dilakukan penyesuaian pada mur yang benar, dengan cara diameter *pitch* lebih besar dari harga nominal. Dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Pengaruh kesalahan pits

Sumber: Rochim (2006 : 375)

## 2.6 Akurasi

Dalam dunia keteknikan akurasi dikaitkan dengan apakah hasil dari suatu proses persis atau mendekati sama dengan harga yang telah ditentukan (nilai teoritis), misalnya ketika kita melakukan proses pengeboran dengan menggunakan pahat berdiameter 10 mm, maka hasil lubang yang dihasilkan pada proses tersebut 10 mm, maka proses pengeboran tersebut dapat dikatakan akurat.

## 2.7 Material Bahan

### 2.7.1 Aluminium 6061 (Al-Mg-Si)

Aluminium 6061 merupakan paduan dari Aluminium – Magnesium – Silicon, yang memiliki sifat mampu-potong yang baik, material ini memiliki daya tahan terhadap korosi yang cukup baik. Biasanya material ini digunakan sebagai komponen pesawat terbang dan mobil.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Al-Mg-Si

Paduan	Al	Mg	Si	Fe	Mn	Zn	Cu	Cr	Ti	Kandungan lainnya (%)
6061	95,8-	0,80-	0,40-	Max	Max	Max	0,15-	0,040-	Max	Max 0,15
	98,6	1,2	0,80	0,7	0,150	0,250	0,40	0,35	0,150	

Sumber: ASM (Aero Space Metal Inc.)

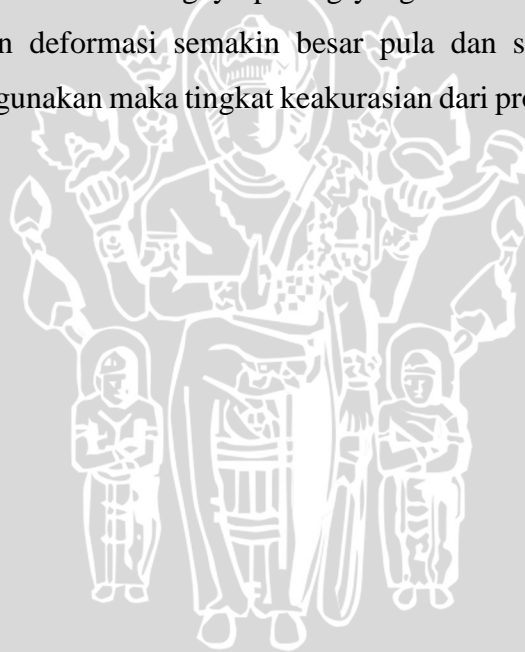
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Paduan Al-Mg-Si

Paduan	Keadaan	Kekuatan tarik (kgf/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan mulur (kgf/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Kekuatan geser (kgf/mm <sup>2</sup> )	Kekerasan brinell	Batas leleh (kgf/mm <sup>2</sup> )
6061	0	12,60	5,60	30	8,40	30	6,30
	T4	24,310	14,80	28	16,90	65	9,50
	T6	31,60	23,0	15	21,00	95	9,50

Sumber: Surdia, 1999: 140

## 2.8 Hipotesis

Semakin besar *feeding* yang digunakan pada proses *threading* (pembubutan ulir) maka tingkat keakurasian dari produk ulir akan semakin rendah, hal ini dikarenakan seiring dengan dinaikkan *feeding* akan berpengaruh terhadap penampang geram sebelum terpotong yang semakin besar juga, sehingga membutuhkan gaya potong yang lebih besar. Gaya potong yang besar akan meningkatkan deformasi semakin besar pula dan sebaliknya, apabila semakin rendah *feeding* yang digunakan maka tingkat keakurasian dari produk akan semakin tinggi.





## BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian nyata (*True Experimental Research*). Metode ini digunakan agar mengetahui pengaruh *feeding* terhadap keakurasian geometri ulir standar ISO Metrik menggunakan aluminium 6061.

### 3.1 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga variabel yaitu variabel bebas, variabel kontrol dan variabel terikat.

#### 3.1.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bisa dirubah sesuai kebutuhan sehingga variabel bebas dapat mempengaruhi hasil dari penelitian. Nilai pada variabel bebas ini ditentukan oleh peneliti sehingga mendapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikatnya. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- *Feeding* : 1,5 mm/rev, 2 mm/rev, 2,5 mm/rev, 3 mm/rev, 3,5 mm/rev.

#### 3.1.2 Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikontrol selama penelitian, agar parameter yang digunakan sama, variabel kontrol pada penelitian ini adalah:

- Kecepatan *spindle* 300 rpm
- Kecepatan pemotongan 14 mm/min.

#### 3.1.3 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang diteliti. Dalam penelitian ini variabel terikat yang diamati adalah keakurasian geometri ulir standar ISO Metrik (M30x1,5., M30x2., M30x2,5., M30x3., M30x3,5).

## 3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

### 3.2.1 Alat yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut :

- Mesin bubut CNC ET-242

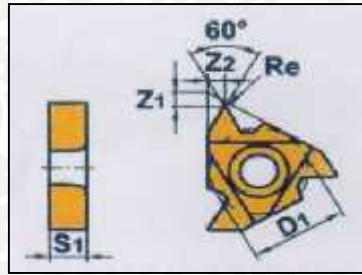
Spesifikasi mesin

- *Merk* : EMCO Turn 242
- *Maximum turning diameter* : 158 mm
- *Maximum 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 3.1 Mesin bubut CNC ET-242

- Pahat
  - Jenis pahat yang digunakan : *Insert* karbida
  - *Type 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

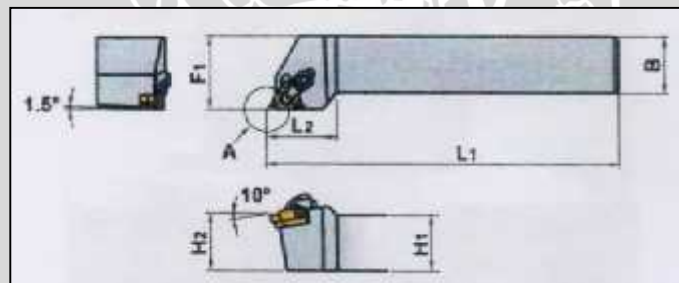


Gambar 3.2 Pahat insert

Sumber: *Catalog insert Mitsubishi*

• *Tool Holder*

- Tipe MMTE : MMTER 2020K 16-C
- H1 : 20 mm
- B : 20 mm
- L1 : 125 mm
- L2 : 26 mm
- H2 : 20 mm
- F1 : 25 mm
- *Tool overhang* : 20 mm



Gambar 3.3 *Tool holder*

Sumber : *Catalog insert Mitsubishi*

• *Profile Projector*

Spesifikasi

- *Merk* : Mitutoyo
- *Tipe* : PJ 311
- *Tahun* : 1986
- *Ketelitian* : 1µm (linier) dan 1 min (sudut)





Gambar 3.4 Profile Projector

- Vernier Caliper



Gambar 3.5 Vernier Caliper

### 3.2.2 Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah material paduan aluminium 6061 dengan komposisi pada unsur paduannya sebagai berikut :

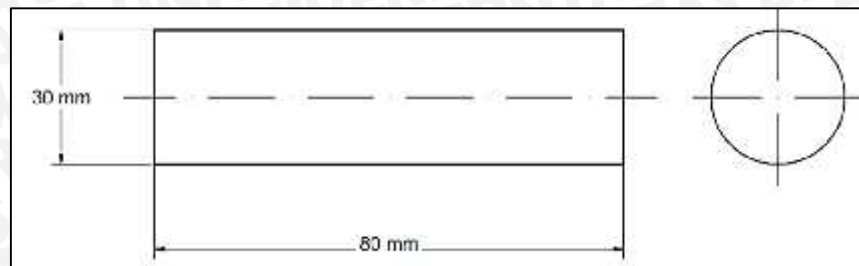
Tabel 3. 1 Komposisi Kimia Paduan pada aluminium 6061

Paduan	Al	Mg	Si	Fe	Mn	Zn	Cu	Cr	Ti	Kandungan lainnya (%)
6061	95,8-	0,80-	0,40-	Max	Max	Max	0,15-	0,040-	Max	Max 0,15
	98,6	1,2	0,80	0,7	0,150	0,250	0,40	0,35	0,150	

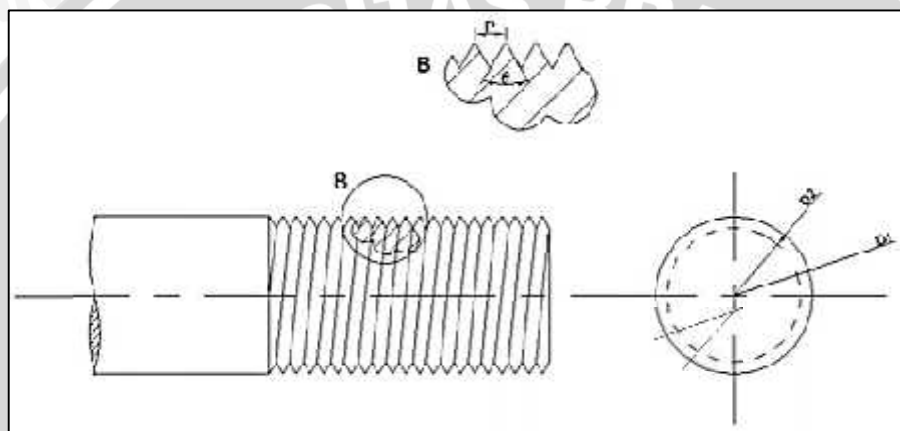
Sumber : ASM (Aero Space Metal Inc.)



### 3.2.3 Bentuk Spesimen



Gambar 3.6 Benda kerja sebelum penguliran



Gambar 3.7 Rancangan benda kerja penguliran

Tabel 3.2 Dimensi teoritis masing-masing standar ulir ISO Metrik.

ISO	Pitch (p) (mm)	Sudut (°) (°)	Diameter Minor (D2) (mm)
M30x1,5	1,5	60	27,542
M30x2	2	60	26,536
M30x2,5	2,5	60	25,670
M30x3	3	60	24,804
M30x3,5	3,5	60	23,938

### 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

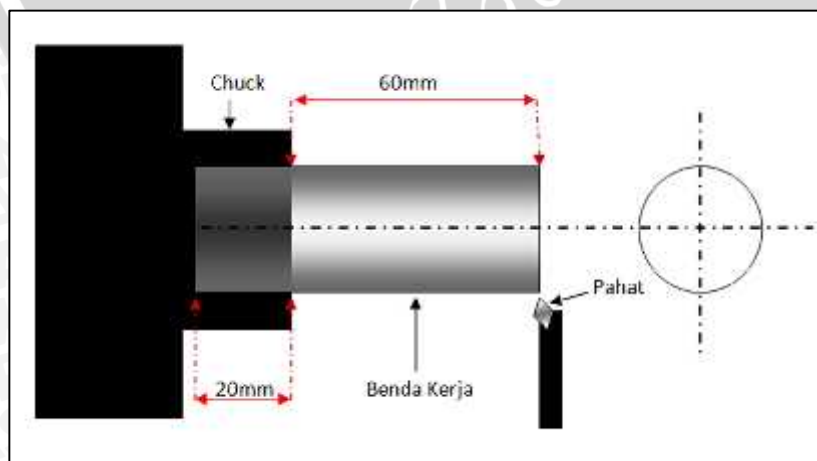
Penelitian ini berlangsung pada bulan September 2015 – Desember 2015. Tempat-tempat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- Laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang, Untuk melakukan proses pemotongan benda kerja menggunakan mesin CNC ET-242.

- Laboratorium Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk pengukuran geometri ulir dan pengambilan data menggunakan *profile projector*.

### 3.4 Prosedur Penelitian

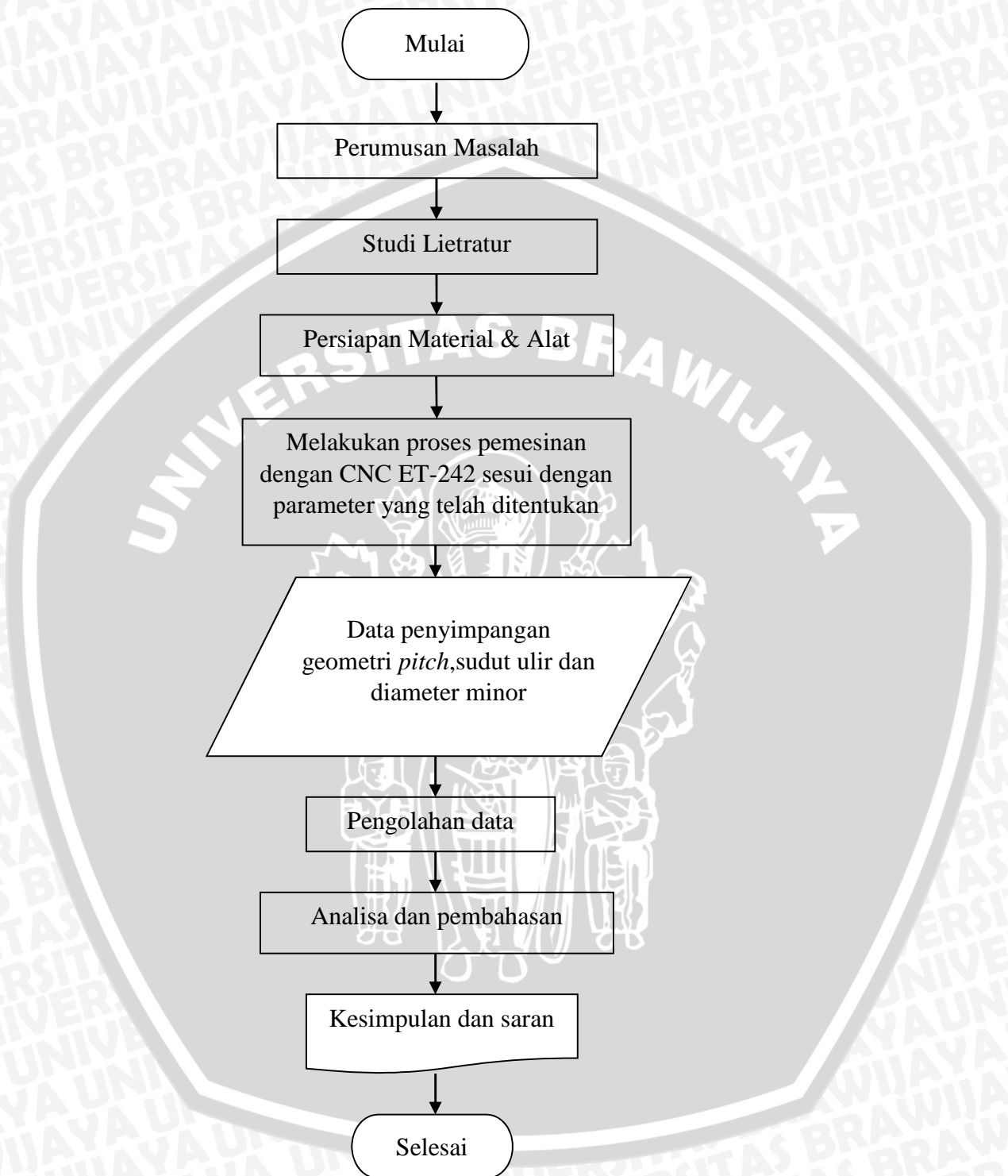
1. Menyiapkan benda kerja yang akan dibubut yaitu aluminium 6061 dengan diameter 30 mm dan panjang 80 mm.
2. Mempersiapkan mesin bubut CNC ET-242, adapun langkah-langkah dalam persiapan sebagai berikut :
  - Mencari titik nol dari *toolpost* secara manual.
  - Mencari titik nol untuk pahat terhadap benda kerja dengan cara menyentuhkan ujung pahat terhadap benda kerja secara manual.
  - Memasukkan program yang akan dilakukan sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.
  - Melakukan *dryrun* untuk melihat gerakan pahat telah aman.
3. Setelah proses persiapan mesin bubut CNC ET-242 telah selesai lakukan pembubutan benda kerja dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.
4. Setelah mendapatkan benda kerja dengan berbagai macam variasi *feeding*, maka diamati dan diukur keakurasiannya geometrinya menggunakan *profile projector* dengan tiga variabel untuk menentukan keakurasiannya, yakni *pitch*, sudut ulir dan diameter minor.
5. Analisa hasil penelitian berupa grafik dan melakukan pembahasan.
6. Membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 3.8 Jarak *chuck* dengan benda kerja.



### 3.5 Diagram Alir Penelitian



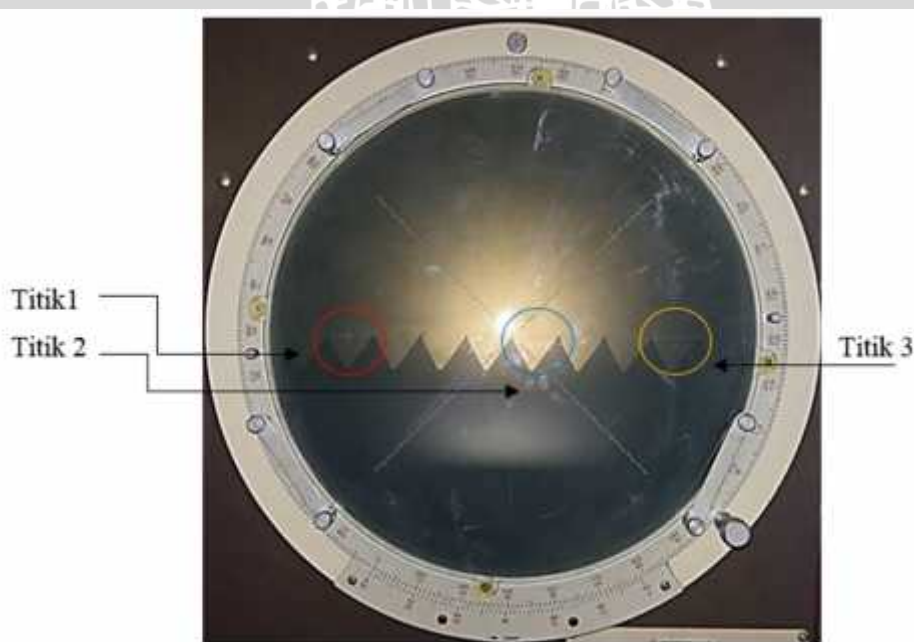
Gambar 3.9 Diagram alir penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Pengujian

Untuk mendapatkan data penyimpangan geometri ulir, dilakukan pengukuran dengan menggunakan *profile projector*. Pada pengukuran dengan *profile projector* ini dilakukan pengukuran ditiga titik yang dapat dilihat pada gambar 4.1, adapun pemilihan dari titik-titik pengukuran tersebut didasari oleh jarak benda kerja dengan *chuck* karena jarak antara benda kerja dengan *chuck* akan mempengaruhi gaya potong, dimana semakin dekat jarak benda kerja dengan *chuck* semakin besar gaya potong yang dibutuhkan dan sebaliknya, sehingga akan mempengaruhi hasil dari proses penguliran.

Pada setiap titik akan diukur *pitch*, sudut dan diameter minor, kemudian hasil dari pengukuran tersebut diambil rata-rata dan dibandingkan dengan nilai teoritisnya, nilai teoritis ini didapatkan dari perhitungan terutama untuk diameter minor, karena nilai *pitch* dan sudut ulir mengikuti dari standar ulir ISO Metrik. Untuk mendapatkan diameter minor harus diketahui terlebih dahulu diameter mayor dan tinggi ulir, diameter mayor sendiri mengikuti dari standar yang dimana peneliti disini menggunakan ISO M30 yang menunjukkan bahwa diameter mayor dari ulir tersebut adalah 30.



Gambar 4.1 Titik-titik pengukuran pada setiap geometri ulir.

Perhitungan tinggi ulir dan diameter minor ulir.

$$H = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

H = tinggi ulir (mm)

t = kisar (*pitch*) (mm)

$\theta$  = sudut ulir

Untuk k = 1,5

$$H = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot \operatorname{tg} 60$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,732$$

$$= 1,299 \text{ mm}$$

$$d = D - 2 \cdot H$$

$$= 30 - 2 \cdot (1,229)$$

$$= 27,542 \text{ mm}$$

Untuk k = 2

$$H = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} 60$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1,732$$

$$= 1,732 \text{ mm}$$

$$d = D - 2 \cdot H$$

$$= 30 - 2 \cdot (1,732)$$

$$= 26,536 \text{ mm}$$

Untuk k = 2,5

$$H = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot \operatorname{tg} 60$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 1,732$$

$$= 2,165 \text{ mm}$$

$$d = D - 2 \cdot H$$

$$= 30 - 2 \cdot (2,165)$$

$$= 25,670 \text{ mm}$$

$$d = D - 2 \cdot H$$

d = diameter minor (mm)

D = diameter mayor (mm)

H = tinggi ulir (mm)

Untuk k = 3

$$H = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \operatorname{tg} 60$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,732$$

$$= 2,598$$

$$d = D - 2 \cdot H$$

$$= 30 - 2 \cdot (2,598)$$

$$= 24,804 \text{ mm}$$

Untuk k = 3,5

$$H = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot \operatorname{tg} 60$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot 1,732$$

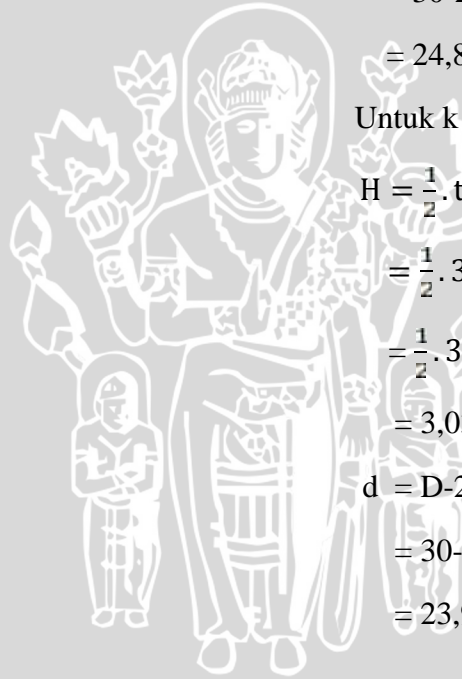
$$= 3,031 \text{ mm}$$

$$d = D - 2 \cdot H$$

$$= 30 - 2 \cdot (3,031)$$

$$= 23,938 \text{ mm}$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





Tabel 4.1 Data hasil pengukuran menggunakan *profile projector*

<i>Feeding</i> (mm/rev)	Titik	<i>Pitch</i> (mm)	Sudut (°)	Diameter minor (mm)
1,5	1	1,485	60,733	27,468
	2	1,490	60,267	27,446
	3	1,500	60,216	27,398
2	1	2,010	61,150	26,460
	2	2,025	60,500	26,450
	3	2,040	60,333	26,447
2,5	1	2,540	61,500	25,460
	2	2,560	60,670	25,500
	3	2,503	60,833	25,750
3	1	2,965	61,000	24,612
	2	2,950	62,000	24,652
	3	2,956	61,333	24,781
3,5	1	3,400	61,410	23,750
	2	3,465	61,333	23,760
	3	3,482	61,833	23,780

## 4.2 Pengolahan Statistik

Dari data pengukuran pada tabel 4.1 akan diolah menggunakan statistik uji t, pengolahan statistik ini bertujuan untuk mengetahui batas atas dan batas bawah (toleransi) dari masing-masing geometri ulir pada tiap-tiap *feeding* yang digunakan, meliputi *pitch* ulir, sudut ulir dan diameter minor ulir.

1. Menentukan standar deviasi dari masing-masing tiap geometri ulir pada tiap-tiap *feeding*.

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (4-1)$$

Contoh Perhitungan untuk mencari standar deviasi.

- a. Perhitungan standar deviasi *pitch* ulir pada *feeding* 1,5 mm/rev.

$$S = \sqrt{\frac{4,475 \frac{(1,492)^2}{3}}{3-1}}$$

$$= 0,008$$

- b. Perhitungan standar deviasi sudut ulir pada *feeding* 1,5 mm/rev.

$$S = \sqrt{\frac{181,216 \frac{(60,405)^2}{3}}{3-1}}$$

$$= 0,285$$

- c. Perhitungan standar deviasi diameter minor ulir pada *feeding* 1,5 mm/rev.

$$S = \sqrt{\frac{82,312 \frac{(27,437)^2}{3}}{3-1}}$$

$$= 0,036$$

Dengan menggunakan rumus (4-1) maka akan diperoleh standar deviasi masing-masing geometri ulir pada tiap-tiap *feeding*, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Standar deviasi data pengukuran.

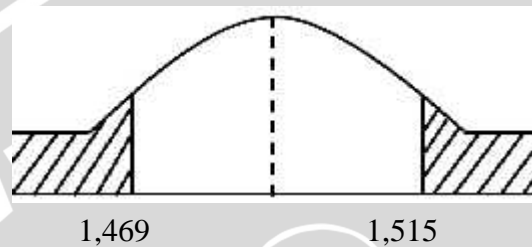
	<i>Feeding</i>	<i>Pitch</i>	sudut	Diameter minor
<b>Standar Deviasi</b>	<b>1,5</b>	0,008	0,285	0,036
	<b>2</b>	0,015	0,432	0,007
	<b>2,5</b>	0,029	0,440	0,157
	<b>3</b>	0,008	0,509	0,088
	<b>3,5</b>	0,043	0,269	0,015

2. Dengan mengambil tingkat keyakinan 95 %

Untuk *feeding* 1,5

- Nilai *pitch*

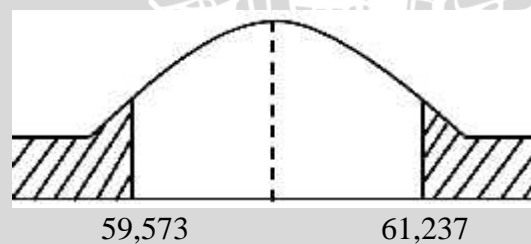
$$\begin{aligned}
 & x - \left[ t \left( \frac{\alpha}{2}; db \right) s \right] \quad x \quad x + \left[ t \left( \frac{\alpha}{2}; db \right) s \right] \\
 & x - (2,920 \times 0,008) \quad ] \quad x \quad x + (2,920 \times 0,008) \\
 & 1,492 - 0,023 \quad x \quad 1,492 + 0,023 \\
 & 1,469 \quad x \quad 1,515
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Uji t untuk data pengukuran *pitch* ulir pada *feeding* 1,5

- Nilai sudut

$$\begin{aligned}
 & x - \left[ t \left( \frac{\alpha}{2}; db \right) s \right] \quad x \quad x + \left[ t \left( \frac{\alpha}{2}; db \right) s \right] \\
 & x - (2,920 \times 0,285) \quad ] \quad x \quad x + (2,920 \times 0,285) \\
 & 60,405 - 0,832 \quad x \quad 60,405 + 0,832 \\
 & 59,573 \quad x \quad 61,237
 \end{aligned}$$

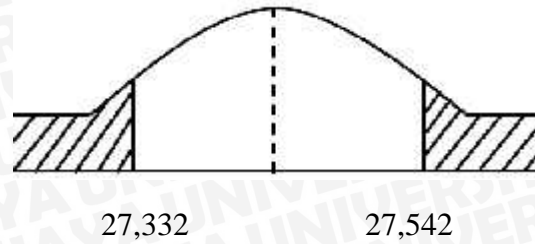


Gambar 4.3 Uji t untuk data pengukuran sudut ulir pada *feeding* 1,5

- Nilai diameter minor

$$\begin{aligned}
 & x - \left[ t \left( \frac{\alpha}{2}; db \right) s \right] \quad x \quad x + \left[ t \left( \frac{\alpha}{2}; db \right) s \right] \\
 & x - (2,920 \times 0,036) \quad ] \quad x \quad x + (2,920 \times 0,036) \\
 & 27,437 - 0,105 \quad x \quad 27,437 + 0,105 \\
 & 27,332 \quad x \quad 27,542
 \end{aligned}$$





Gambar 4.4 Uji t untuk data pengukuran diameter minor ulir pada *feeding* 1,5

Sehingga dari pengolahan statistik tersebut, diperoleh batas atas dan batas bawah (toleransi) dari masing-masing geometri ulir pada tiap-tiap *feeding* yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Batas atas dan batas bawah (toleransi) dari masing-masing geometri ulir

<i>Feeding</i>	<i>Pitch</i>		<i>Sudut</i>		<i>Diameter minor</i>	
	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
<b>1,5</b>	1,515	1,469	61,237	59,573	27,542	27,332
<b>2</b>	2,069	1,981	61,992	59,400	26,472	26,432
<b>2,5</b>	2,628	2,458	62,286	59,716	26,112	25,112
<b>3</b>	2,980	2,934	62,930	59,958	24,939	24,425
<b>3,5</b>	3,550	3,348	62,310	60,740	24,719	24,807

### 4.3 Pembahasan Grafik

Berdasarkan table 4.1 kemudian dihitung rata-rata penyimpangan geometri ulir pada tiap-tiap spesimen dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

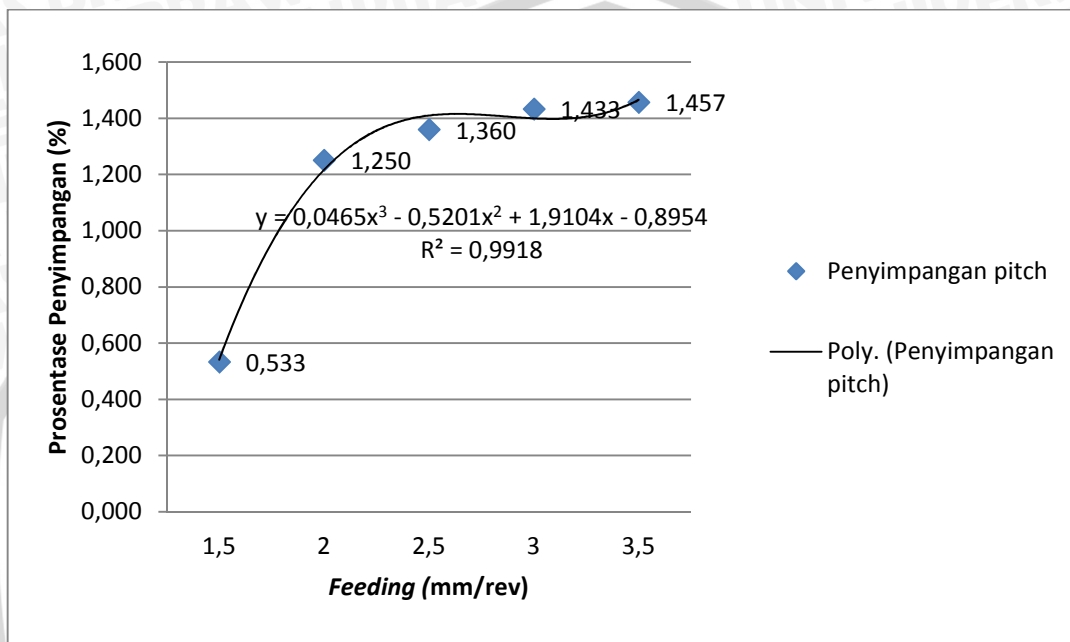
Tabel 4.4 Prosentase penyimpangan geometri ulir.

<i>Feeding</i> (mm/rev)	<i>Pitch (mm)</i>				<i>Sudut (°)</i>				<i>Diameter Minor (mm)</i>			
	Rata-rata	Tertinggi	Selisih	Penyimpangan (%)	Rata-rata	Tertinggi	Selisih	Penyimpangan (%)	Rata-rata	Tertinggi	Selisih	Penyimpangan (%)
<b>1,5</b>	1,492	1,500	0,008	0,534	60,405	60,000	0,405	0,675	27,437	27,402	0,035	0,128
<b>2</b>	2,025	2,000	0,025	1,250	60,661	60,000	0,661	1,101	26,542	26,536	0,006	0,217
<b>2,5</b>	2,534	2,500	0,034	1,360	61,001	60,000	1,001	1,668	25,570	25,670	0,100	0,390
<b>3</b>	2,957	3,000	0,043	1,433	61,444	60,000	1,444	2,406	24,682	24,804	0,122	0,492
<b>3,5</b>	3,440	3,500	0,060	1,457	61,525	60,000	1,525	2,541	23,769	23,938	0,169	0,731

Dari tabel 4.2 dapat dibuat grafik pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan geometri ulir meliputi *pitch*, sudut dan diameter minor.

#### 4.3.1 Pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan *pitch* ulir

Pada gambar 4.5 akan dijelaskan pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan *pitch* ulir.



Gambar 4.5 Grafik pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan *pitch* ulir.

Pada gambar 4.5 terlihat pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan *pitch* ulir, dimana sumbu x merupakan *feeding* (mm/rev) dan sumbu y merupakan prosentase penyimpangan dari *pitch* ulir (%). Dapat dilihat pada gambar 4.5 bahwa seiring dengan diperbesarnya nilai *feeding* yang digunakan maka nilai prosentase penyimpangan *pitch* ulir akan semakin meningkat.

Prosentase penyimpangan yang paling rendah untuk *pitch* ulir terjadi ketika *feeding* yang digunakan 1,5 mm/rev yaitu sebesar 0,533 %, dan terjadi peningkatan penyimpanan yang cukup signifikan pada *feeding* 2 mm/rev sebesar 1,250 % sampai yang paling tinggi terjadi ketika *feeding* yang digunakan 3,5 mm/rev yaitu sebesar 1,457 %.

Hal ini disebabkan karena, semakin diperbesarnya nilai *feeding* yang digunakan akan berpengaruh terhadap semakin besarnya penampang geram sebelum terpotong, sehingga gaya potong yang dibutuhkan akan meningkat seiring peningkatan nilai *feeding*. Semakin besar gaya potong maka deformasi yang terjadi akan semakin besar pula sehingga akan meningkatkan penyimpangan yang terjadi pada *pitch* ulir.

Rumus gaya potong.

$$F_v = \frac{\text{shi} \cdot b \cdot h \cdot \cos(\phi - \tau_o)}{\sin \phi \cdot \cos(\phi + (\phi - \tau_o))} ; N \quad (4-2)$$

Dimana

$F_v$  = gaya potong (N)

$\text{shi}$  = tegangan geser dinamik ( $\text{N/mm}^2$ )

$A = b \cdot h$  = penampang geram sebelum terpotong ( $\text{mm}^2$ )

$\tau_o$  = sudut geram ( $^\circ$ )

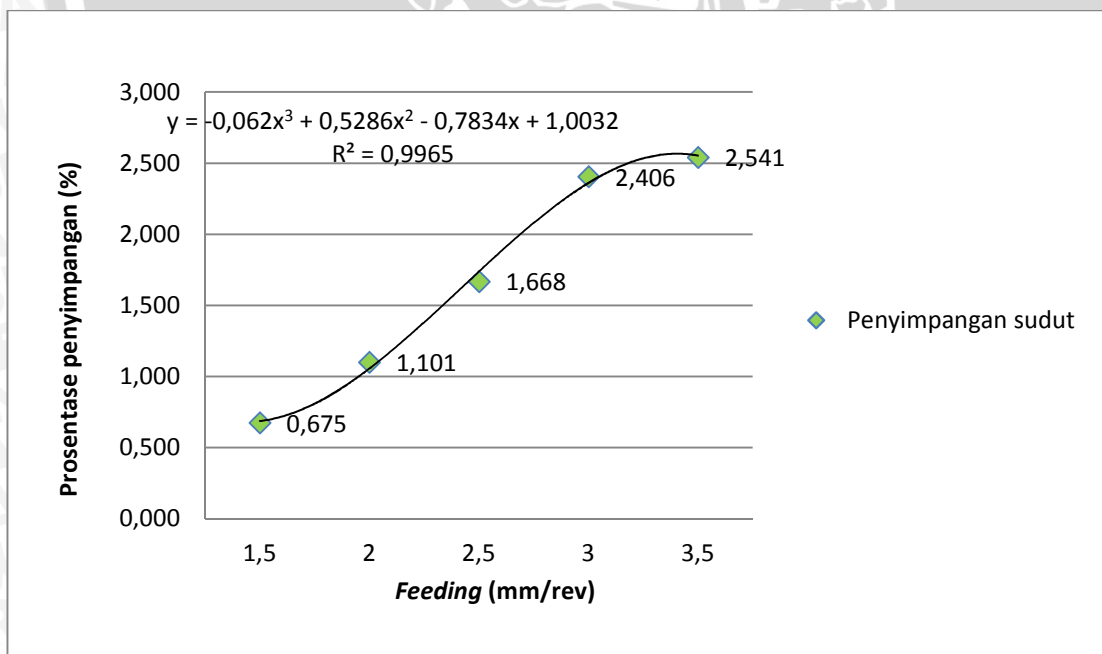
$w$  = sudut geser ( $^\circ$ )

$\eta$  = sudut gesek ( $^\circ$ )

Dapat dilihat pada rumus (4-2), luas penampang geram sebelum terpotong ( $A$ ) berpengaruh terhadap gaya potong ( $F_v$ ), yang dimana semakin besar penampang geram semakin besar pula gaya potong yang dibutuhkan dan sebaliknya .

#### 4.3.2 Pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan sudut ulir

Pada gambar 4.6 akan dijelaskan pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan sudut ulir



Gambar 4.6 Grafik pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan sudut ulir



Pada gambar 4.6 terlihat hubungan *feeding* terhadap penyimpangan sudut ulir, dimana sumbu x merupakan *feeding* (mm/rev) dan sumbu y merupakan prosentase penyimpangan dari sudut ulir (%). Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa seiring dengan diperbesarnya *feeding* yang digunakan maka nilai penyimpangan sudut ulir akan semakin meningkat.

Prosentase penyimpangan yang paling rendah untuk sudut ulir terjadi ketika *feeding* yang digunakan 1,5 mm/rev yaitu sebesar 0,675 % dan terjadi peningkatan penyimpangan yang relatif konstan sampai nilai penyimpangan paling tinggi terjadi ketika *feeding* yang digunakan 3,5 mm/rev yaitu sebesar 2,541 %.

Hal ini terjadi karena ketika penggunaan nilai *feeding* yang semakin besar akan menyebabkan kenaikan luas penampang pada bidang geser, kenaikan luas penampang pada bidang geser akan menurunkan nilai dari sudut, dengan menurunnya sudut geser justru akan menaikkan rasio pemampatan geram ketika pemotongan sehingga membutuhkan gaya potong yang lebih besar, dimana secara teori dengan meningkatnya gaya potong akan mengakibatkan terjadinya deformasi yang lebih besar juga, sehingga akan mempengaruhi sudut ulir yang akan terbentuk.

Gaya pada bidang geser sendiri dirumuskan sebagai berikut:

$$F_s = A_{shi} \cdot \tau_{shi}$$

$A_{shi}$  = luas penampang bidang geser

$$= \frac{A}{\sin \varphi}$$

$\tau_{shi}$  = tegangan geser (*shear stress*) pada bidang geser.

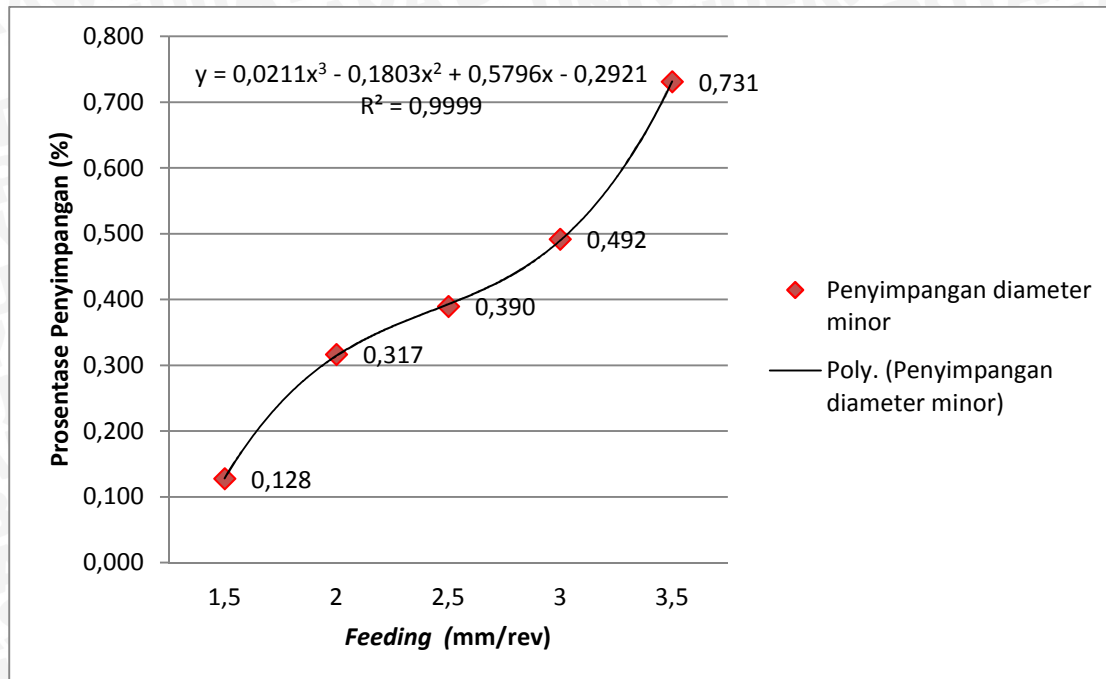
Sehingga gaya geser dapat ditulis sebagai berikut:

$$F_s = \frac{A \cdot \tau_{shi}}{\sin \varphi}$$

Dari rumus diatas maka dapat kita ketahui, bahwa nilai gaya geser dipengaruhi oleh luas penampang geram sebelum terpotong (A), dimana apabila nilainya semakin besar maka gaya geser juga akan ikut membesar, sedangkan luas penampang geram sendiri dipengaruhi oleh nilai *feeding*, yang dimana semakin besar nilai *feeding* yang digunakan maka luas penampang geram juga semakin membesar sehingga membutuhkan gaya potong yang semakin besar pula.

### 4.3.3 Pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan diameter minor ulir

Pada gambar 4.7 akan dijelaskan pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan diameter minor ulir.



Gambar 4.7 Grafik pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan diameter minor ulir.

Pada gambar 4.7 terlihat hubungan *feeding* terhadap penyimpangan diameter minor ulir, dimana sumbu x merupakan *feeding* (mm/rev) dan sumbu y merupakan prosentase penyimpangan dari diameter minor ulir (%). Dapat dilihat pada gambar 4.7 bahwa seiring dengan diperbesarnya *feeding* yang digunakan maka nilai prosentase penyimpangan diameter minor ulir akan semakin meningkat.

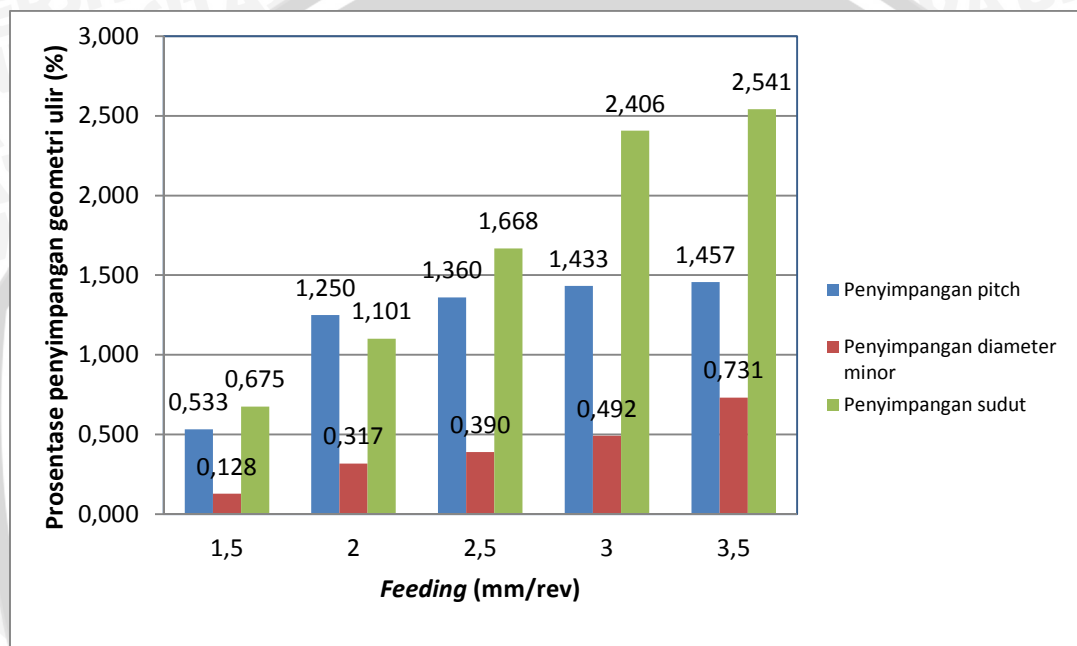
Pada gambar 4.7 prosentase penyimpangan yang paling rendah untuk diameter minor ulir terjadi ketika *feeding* yang digunakan 1,5 mm/rev yaitu sebesar 0,128 % dan terjadi peningkatan penyimpangan pada *feeding* 2 mm/rev sebesar 0,317 %, kemudian peningkatan penyimpangan relatif konstan sampai 0,492 % pada *feeding* 3 mm/rev, dan mengalami peningkatan penyimpangan yang cukup signifikan ketika *feeding* yang digunakan 3,5 mm/rev sebesar 0,731 %.

Hal ini dikarenakan semakin besar nilai *feeding* yang digunakan pada proses pembubutan ulir akan berpengaruh terhadap penampang geram sebelum terpotong yang semakin besar juga, sehingga membutuhkan gaya potong yang lebih besar. Gaya potong

yang besar akan meningkatkan deformasi pada benda kerja semakin besar sehingga akan mempengaruhi dari diameter minor ulir yang terbentuk ketika proses pembuatan.

#### 4.3.4 Pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan geometri ulir (*pitch*, sudut dan diameter minor)

Pada gambar 4.8 akan dijelaskan pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan geometri ulir.



Gambar 4.8 Diagram pengaruh *feeding* terhadap penyimpangan geometri ulir.

Pada gambar 4.8 terlihat hubungan *feeding* terhadap prosentase penyimpangan geometri ulir meliputi *pitch* ulir, sudut ulir dan diameter minor ulir, dimana sumbu x merupakan *feeding* (mm/rev) dan sumbu y merupakan prosentase penyimpangan dari geometri ulir (%). Dapat dilihat pada gambar 4.8 bahwa seiring dengan diperbesarnya *feeding* yang digunakan maka nilai prosentase penyimpangan geometri ulir akan semakin meningkat.

Dapat dilihat pada gambar 4.8 prosentase penyimpangan paling besar terjadi pada sudut ulir dimana prosentase penyimpangan mulai dari 0,675% sampai dengan 2,541%, selanjutnya pada *pitch* ulir dari 0,533% sampai dengan 1,457%, dan prosentase penyimpangan terkecil terjadi pada diameter minor ulir dari 0,128% sampai 0,731%.

Penyimpangan geometri ulir ini bisa terjadi karena pengaruh *feeding* yang dimana semakin besar *feeding* maka gaya potong yang dibutuhkan semakin besar, sehingga



deformasi yang terjadi semakin besar pula, dan adapun faktor lain adalah, benda kerja yang dibubut berupa aluminium dimana sifat dari aluminium ini sendiri ulet atau *ductile*, sehingga keuntungannya membutuhkan gaya pemotongan yang lebih rendah. Namun ini dapat mengakibatkan luas bidang geram semakin besar, hal ini membuat gesekan terus menerus antara benda kerja dengan pahat yang mengakibatkan pahat cepat aus dan akan mempengaruhi geometri dari ulir yang dihasilkan.



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

*Feeding* berpengaruh terhadap penyimpangan geometri ulir standar ISO Metrik, yang dimana jika nilai *feeding* diperbesar maka tingkat penyimpangan geometri ulir semakin besar dan sebaliknya, apabila nilai *feeding* diperkecil maka tingkat penyimpangan geometri ulir semakin kecil juga. Prosentase penyimpangan geometri ulir paling besar terjadi pada sudut ulir dimana prosentase penyimpangan mulai dari 0,675% sampai dengan 2,541%, selanjutnya pada *pitch* ulir dari 0,533% sampai dengan 1,457%, dan prosentase penyimpangan terkecil terjadi pada diameter minor ulir dari 0,128% sampai 0,731%.

### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan perhitungan gaya potong pada setiap *feeding* yang digunakan pada proses pembubutan ulir.
2. Sebaiknya digunakan kecepatan pemotongan dan putaran *spindel* yang lebih rendah lagi saat melakukan penguliran.
3. Perlu dilakuakan pengecekan kondisi pahat setiap kali melakukan penguliran.



## DAFTAR PUSTAKA

- Boothroyth, Geoffrey. 1983. *Fundamental of Metal Machining and Machine Tool*. London: Taylor & Francis
- H, K, Toenshoff & B, Denkena. 2013. *Basics of Cutting and Abrasive Processes*. Berlin: Springer
- Nalbant, Muammer, Gunay, Mustafa & Yilzid, Yakup. 2007. *Modelling of Effect of Different Infeed Angles dan Cutting Areas on the Cutting Forces in External Threading*. Turkey: karabuk University
- Pratama, Aditya. 2013. Pengaruh Variasi *Feeding* dan Rasio L/D Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Tirus. Malang: Universitas Brawijaya
- Ridwan. 2013. Dasar-Dasar Statistika. Bandung : Alfabeta.
- Rochim, Taufiq. 1993. Teori dan Teknik Proses Pemesinan. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Rochim, Taufiq. 2006. Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik 2. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Setyawan, Dimas Bagus. 2012. Pengaruh *Putaran Spindle* dan *Depth of Cut* Terhadap Penyimpangan Geometris Ulir. Malang: Universitas Brawijaya
- Sudji, Munadi. 1988. Dasar-Dasar Metrologi Industri. Jakarta: Dirjendikti Depdiknas
- Surdia, Tata. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita
- Wijanarka, B Sentot & Paryanto, Sutopo. 2008. Teknik Permesinan. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Nasional
- [www.mitsubishi.com](http://www.mitsubishi.com)



Lampiran 1.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI MALANG**

Jl. Soekarno Hatta No.9 Malang 65141  
Telp (0341) 404424 – 404425 Fax (0341) 404420  
<http://www.polinema.ac.id>



**SURAT KETERANGAN**  
**NOMOR : /PL2.TM/KM/2015**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ir. Kasijanto, M.T  
N I P : 19580815 199003 1 001  
Jabatan : Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Malang

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa :

Nama : Tafsiri Sastra  
Nim : 115060201111038-62  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Universitas Brawijaya

Benar benar telah melaksanakan penelitian menggunakan mesin CNC ET 242 untuk pembuatan ulir pada AL 6061 di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang pada tanggal 30 Oktober 2015, guna keperluan penyusunan skripsi.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 24 November 2015

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Kasijanto, M.T.  
19580815 199003 1 001



Lampiran 2.

PROGRAM ULIR

- Untuk *feeding* 1,5

N000	G54				
N0010	G92	X0.000	Z50.0000		
N0020	G59				
N0030	T0606	S300	F100	G95	M03
N0040	G00	X30.500	Z5.000		
N0040	G85	X27.402	Z-30.000	D3=100	
		D6=1299	D5=60	F1500	D4=10
N0060	G00	X50.000	Z50.00		
N0070	G56	G53	M30		

- Untuk *feeding* 2

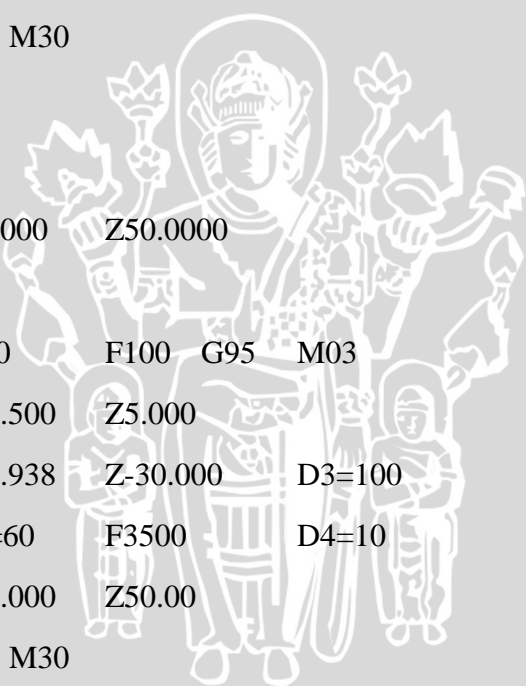
N000	G54				
N0010	G92	X0.000	Z50.0000		
N0020	G59				
N0030	T0606	S300	F100	G95	M03
N0040	G00	X30.500	Z5.000		
N0040	G85	X26.536	Z-30.000	D3=100	
		D6=1732	D5=60	F2000	D4=10
N0060	G00	X50.000	Z50.00		
N0070	G56	G53	M30		

- Untuk *feeding* 2,5

N000	G54				
N0010	G92	X0.000	Z50.0000		
N0020	G59				
N0030	T0606	S300	F100	G95	M03
N0040	G00	X30.500	Z5.000		
N0040	G85	X25.670	Z-30.000	D3=100	
		D6=2165	D5=60	F2500	D4=10

N0060	G00	X50.000	Z50.00		
N0070	G56	G53 M30			
• Untuk <i>feeding</i> 3					
N000	G54				
N0010	G92	X0.000	Z50.0000		
N0020	G59				
N0030	T0606	S300	F100	G95	M03
N0040	G00	X30.500	Z5.000		
N0040	G85	X24.804	Z-30.000	D3=100	
		D6=2598 D5=60	F3000	D4=10	
N0060	G00	X50.000	Z50.00		
N0070	G56	G53 M30			

• Untuk <i>feeding</i> 3,5					
N000	G54				
N0010	G92	X0.000	Z50.0000		
N0020	G59				
N0030	T0606	S300	F100	G95	M03
N0040	G00	X30.500	Z5.000		
N0040	G85	X23.938	Z-30.000	D3=100	
		D6=3031 D5=60	F3500	D4=10	
N0060	G00	X50.000	Z50.00		
N0070	G56	G53 M30			







KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
**LABORATORIUM PROSES MANUFAKTUR I**  
Jl. Meyjen MT.Haryono 167 Malang 65145 Tlp. 551611-551615 Pcs.221 Fax (0341) 551436-551993



**SURAT KETERANGAN**

No. 33/PP1/FT/UB/GNP/XII/2015

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Laboratorium Proses Manufaktur I Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya :

Nama : Dr., Eng., Eko Siswanto, ST., MT.  
NIP : 19701017 199802 1 001

Menerangkan bahwa :

1. Nama : Tafsiri Sastra  
NIM : 115060201111038  
Instansi : Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Adalah benar bahwa yang bersangkutan telah melakukan penelitian di Laboratorium Proses Manufaktur I Teknik Universitas Brawijaya periode Semester Genap 2015/2016 pada tanggal :

Senin, 5 November 2015

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan dengan sebagaimana mestinya.

Malang, 18 Desember 2015  
Kepala Laboratorium Proses Manufaktur I  
Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT.  
NIP. 19701017 199802 1 001





KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
LABORATORIUM METROLOGI INDUSTRI  
Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 216 Malang 65145



**SURAT KETERANGAN**  
Nomer. 020/UN10.6.62/LK/MI/2015

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah kepala laboratorium Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, menerangkan bahwa saudara:

Nama : Tafsiri Sastra  
Nim : 115060201111038

Telah melaksanakan penelitian pengukuran geometri ulir menggunakan *Profile Projector* di Laboratorium Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Asisten Pendamping

Hemas Faisal R.  
Nim. 125060200111056

Malang, 13 November 2015  
Ka. Lab. Metrologi Industri

Ir. Hastono Wijaya, MT.  
NIP. 19601204 19860 1 1002

Lampiran 5.

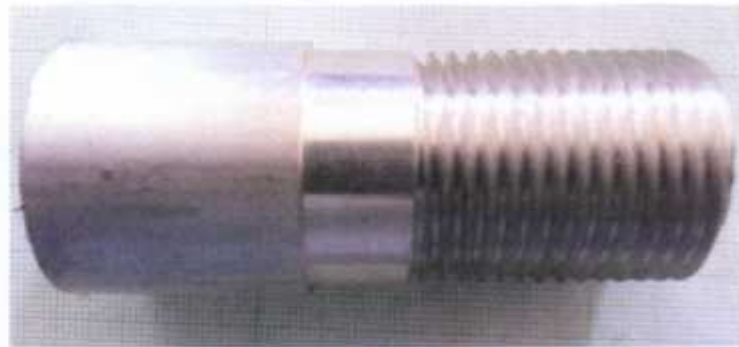
Lampiran 5.



Gambar spesimen untuk *feeding* 1,5 mm/rev.



Gambar spesimen untuk *feeding* 2 mm/rev.



Gambar spesimen untuk *feeding* 2,5 mm/rev.





Gambar spesimen untuk *feeding* 3 mm/rev.



Gambar spesimen untuk *feeding* 3,5 mm/rev.



**THREADING**

**MMT G-CLASS GROUND INSERTS**

**EXTERNAL THREADING INSERTS**

Type	Thread Tolerance	Order Number	Class UP10M VP15T	Pitch		Dimensions (mm)					Total depth of cut (mm)	Geometry
				mm	thread/inch	D <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Re		
Partial Profile 60°	-	MMT16ERA60	**	0.5-1.5	48-16	9.525	3.44	0.8	0.9	0.05	-	
		16ERG60	**	1.75-3.0	14-8	9.525	3.44	1.2	1.7	0.27	-	
		16ERAG60	**	0.5-3.0	48-8	9.525	3.44	1.2	1.7	0.08	-	
		22ERN60	*	3.5-5.0	7-5	12.7	4.64	1.7	2.5	0.53	-	
Partial Profile 55°	-	MMT16ERA55	**		48-16	9.525	3.44	0.8	0.9	0.05	-	
		16ERG55	**		14-8	9.525	3.44	1.2	1.7	0.21	-	
		16ERAG55	**		48-8	9.525	3.44	1.2	1.7	0.07	-	
		22ERN55	*		7-5	12.7	4.64	1.7	2.5	0.44	-	
ISO Metric 6g		MMT16ER050ISO	●	0.5		9.525	3.44	0.6	0.4	0.06	0.31	
		16ER075ISO	●	0.75		9.525	3.44	0.6	0.6	0.10	0.46	
		16ER100ISO	●*	1.0		9.525	3.44	0.7	0.7	0.16	0.61	
		16ER125ISO	●*	1.25		9.525	3.44	0.8	0.9	0.19	0.77	
		16ER150ISO	●*	1.5		9.525	3.44	0.8	1.0	0.23	0.92	
		16ER175ISO	●*	1.75		9.525	3.44	0.9	1.2	0.21	1.07	
		16ER200ISO	●*	2.0		9.525	3.44	1.0	1.3	0.31	1.23	
		16ER250ISO	●*	2.5		9.525	3.44	1.1	1.5	0.32	1.53	
		16ER300ISO	●*	3.0		9.525	3.44	1.2	1.6	0.46	1.84	
		22ER350ISO	●*	3.5		12.7	4.64	1.6	2.3	0.45	2.15	
		22ER400ISO	*	4.0		12.7	4.64	1.6	2.3	0.52	2.45	
		22ER450ISO	*	4.5		12.7	4.64	1.7	2.4	0.58	2.76	
22ER500ISO	*	5.0		12.7	4.64	1.7	2.5	0.63	3.07			

**IDENTIFICATION**

<b>MMT</b>	<b>16</b>	<b>E</b>	<b>R</b>	<b>050</b>	<b>ISO</b>
<b>Designation</b>	<b>Hand of Tool</b>	<b>Pitch</b>		<b>Threading Type</b>	
	R Right	050 0.5mm	A 0.5-1.5mm or 48-16 thread/inch	60 Partial Profile 60°	
<b>Denominator of Incribed Circle (mm)</b>		075 0.75mm	G 1.75-3.0mm or 14-8 thread/inch	55 Partial Profile 55°	
11 0.35	<b>Application</b>	100 1.0mm	AG 0.5-3.0mm or 48-8 thread/inch	ISO ISO Metric	
16 0.525	E External	125 1.25mm	N 3.5-5.0mm or 7-5 thread/inch	W Whitworth for BSW, BSP	
22 12.7	I Internal	150 1.5mm		BSPT BSPT	
		175 1.75mm		UN American UN	
		200 2.0mm		RD Round DIN 405	
		250 2.5mm		TR ISO Trapezoidal 30°	
		300 3.0mm		ACME American ACME	
		350 3.5mm		UNJ UNJ	
		400 4.0mm		APBU API Buttress Casing	
		450 4.5mm		APRD API Round Casing & Tubing	
		500 5.0mm		NPT NPT	
				NPTF NPTF	

G016

● : Inventory maintained. \* : Inventory maintained in Japan.  
 <5 inserts in one case>

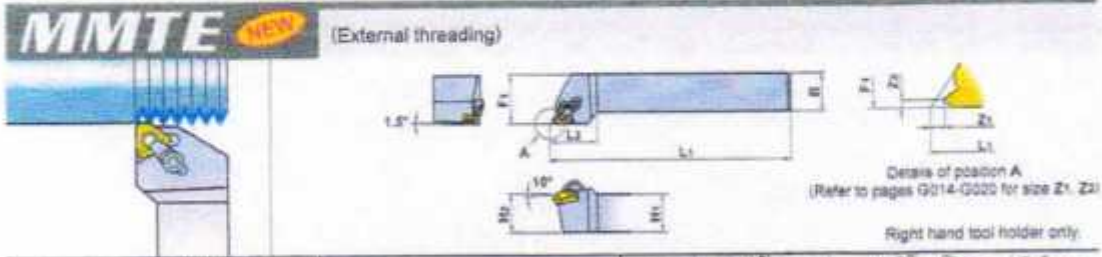




# THREADING

## MMTE HOLDER

- Various insert types
- Precision class insert
- Available with a wider cutting edge to provide a precise thread geometry
- Able to change lead angle by replacing the shim



Order Number	Stock R	Insert Number	Dimensions (inch)						Clamp Slits	Clamp Screws	Cap Ring	Shim Screw	Shim #1	Wrench
			H1	B	L1	L2	H2	F1						
MMTER-083	●	MMT16ER ○○○○○	500	500	4.000	1.000	500	.625	SETK51	SETS51	CR4	HFC03008	CTE32TP15	DTKY15F DHKY20R DTKY15F DHKY20R
-103	●		.625	.625	4.000	1.000	.625	.750	SETK51	SETS51	CR4	HFC03008	CTE32TP15	DTKY15F DHKY20R
-123	●		.750	.750	5.000	1.000	.750	1.000	SETK51	SETS51	CR4	HFC03008	CTE32TP15	DTKY15F DHKY20R
-163	●		1.000	1.000	6.000	1.000	1.000	1.250	SETK51	SETS51	CR4	HFC03008	CTE32TP15	DTKY15F DHKY20R
MMTER-124	●	MMT22ER ○○○○○	750	.750	5.000	1.250	.750	1.000	SETK61	SETS61	CR5	HFC04010	CTE43TP15	DTKY20F DHKY25R DTKY20F DHKY25R
-164	●		1.000	1.000	6.000	1.250	1.000	1.250	SETK61	SETS61	CR5	HFC04010	CTE43TP15	DTKY20F DHKY25R
-204	●		1.250	1.250	6.000	1.250	1.250	1.500	SETK61	SETS61	CR5	HFC04010	CTE43TP15	DTKY20F DHKY25R

\*1 Select and use an alternate shim from list below (sold separately), dependent on the lead angle.  
 \*2 Clamp Torque (lbf-in) : SETS51=31, SETS61=44, HFC03008=13, HFC04010=19

### SHIM

Lead Angle (α°)	Order Number	Stock R	Inclination Angle (β°)	Applicable Holder	Lead Angle (α°)	Order Number	Stock R	Inclination Angle (β°)	Applicable Holder
-1.5°	CTE32TN15	●	-3°	MMTER ○○○	-1.5°	CTE43TN15	●	-3°	MMTER ○○○
-0.5°	N05	●	-2°		-0.5°	N05	●	-2°	
0.5°	P05	●	-1°		0.5°	P05	●	-1°	
1.5°	P15	●	0°		1.5°	P15	●	0°	
2.5°	P25	●	1°		2.5°	P25	●	1°	
3.5°	P35	●	2°		3.5°	P35	●	2°	
4.5°	P45	●	3°	4.5°	P45	●	3°		

● Standard shim delivered with the holder.  
 \* See page G025 for shim selection guide lines.

### IDENTIFICATION

**MMT E R - 08 - 3**

<b>Designation</b>	<b>Application</b>	<b>Hand of Tool</b>	<b>Tool Size (inch) (Height and Width)</b>	<b>Insert Size</b>
	E External	R Right	08 500	3 MMT16
			10 .625	4 MMT22
			12 .750	
			16 1.000	
			20 1.250	

### RECOMMENDED CUTTING CONDITIONS

Work Material	Hardness	Grade	Cutting Speed (SFM)	Work Material	Hardness	Grade	Cutting Speed (SFM)
Mild Steel	≤180HB	VP15MP	400-200-114	Cast Iron	Tensile Strength ≤100MPa	VP15MP	400-200-114
		VP15TF	300-150-85			VP15TF	300-150-85
		VP22RT	200-100-50			VP15MP	150-75-40
Carbon Steel Alloy Steel	180-280HB	VP15MP	400-200-114	Titanium Alloy	-	VP15MP	150-75-40
		VP15TF	300-150-85			VP15MP	150-75-40
		VP22RT	200-100-50			VP15TF	150-75-40
Stainless Steel	≤200HB	VP15MP	400-200-114	Hardened Steel	45-55HRC	VP15MP	150-75-40
		VP15TF	300-150-85			VP15MP	150-75-40
		VP22RT	150-75-40			VP15TF	150-75-40



Lampiran 8.

