

**ANALISIS GEOMETRI MESIN BUBUT MARO 5 VA PADA  
LABORATORIUM PEMESINAN JURUSAN  
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**SKRIPSI**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Mesin Sebagai Salah Satu  
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh :

**ILVADIO**

**16067016/2016**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS GEOMETRI MESIN BUBUT MARO 5 V<sub>A</sub> PADA  
LABORATORIUM PEMESINAN JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Nama : Ilvadio  
NIM/TM : 16067016 / 2016  
Program Studi : (S1) Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2021

Pembimbing



Drs. Abdul Aziz, M.Pd.

NIP. 19620304 198602 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Drs. Purwantono, M.Pd.

NIP. 19630804 198603 1 002

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

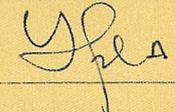
Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi Di Depan Tim Penguji  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang  
Dengan Judul

**ANALISIS GEOMETRI MESIN BUBUT MARO 5 VA PADA  
LABORATORIUM PEMESINAN JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

Nama : Ilvadio  
NIM/TM : 16067016 / 2016  
Program Studi : (S1) Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2021

**Tim Penguji**

Nama		Tanda/Tangan
1. Ketua	: Drs. Abdul Aziz, M.Pd.	1. 
2. Anggota	: Drs. Nelvi Erizon, M.Pd.	2. 
3. Anggota	: Drs. Yufrizal A, M.Pd.	3. 

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilvadio  
NIM/TM : 16067016 / 2016  
Program Studi : (S1) Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik / Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

**ANALISIS GEOMETRI MESIN BUBUT MARO 5 VA PADA  
LABORATORIUM PEMESINAN JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

Merupakan karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari orang lain. Apabila saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Instansi Universitas Negeri Padang maupun Instansi Negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Februari 2021  
Yang Menyatakan,



Ilvadio  
NIM. 16067016

## ABSTRAK

### **Ilvadio, 2021 : Analisis Geometri Mesin Bubut Maro 5 VA pada Laboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana tingkat kepresisian dari Mesin Bubut Maro 5 VA yang ada dilaboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, apakah masih bisa dikatakan layak atau tidak untuk digunakan membuat suatu produk yang berkualitas sebagai hasil dari praktikum mahasiswa.

Pengujian deskriptif digunakan untuk melihat dan menganalisa kepresisian mesin bubut Maro 5 VA dengan cara menguji kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas, kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap dan pengujian eksperimen digunakan untuk melihat kesejajaran teradap hasil benda kerja dalam pembubutan rata.

Hasil penelitian, mesin bubut Maro 5 VA dengan jenis penelitian pengujian kesejajaran antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan dengan nomor mesin M3 26 01, M3 26 08, dan M3 26 09 tidak ada yang menyimpang dari batas toleransi yang diizinkan, sedangkan untuk jenis penelitian pengujian kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas, pengujian kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan, pengujian kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak eretan, dan jenis pengujian kesejajaran gerakan tool post terhadap sumbu kepala tetap dengan nomor mesin M3 26 01, M3 26 08, dan M3 26 09 terdapat beberapa penyimpangan pada posisi vertikal maupun pada posisi horizontal, dan untuk pengujian kesejajaran teradap hasil benda kerja dalam pembubutan rata dengan nomor mesin M3 26 08 merupakan penyimpangan posisi vertikal tertinggi dan nomor mesin M3 26 09 merupakan penyimpangan posisi horizontal tertinggi.

**Kata Kunci :** Geometri, Analisis Geometri, Kepresisian, dan Mesin Bubut Maro 5 VA

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Analisis Geometri Mesin Bubut Maro 5 VA pada Laboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**”. Shalawat beserta salam semoga selalu dilimpahkan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* kepada junjungan umat islam sedunia yakni Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasalam* yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan cahaya ilmu pengetahuan, aqidah yang baik dan berakhlak mulia.

Dalam penulisan skripsi ini peneliti banyak memperoleh bimbingan, saran, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas nikmat yang luar biasa yang telah diberikan kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dalam keadaan sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Kedua orang tua dan keluarga saya tercinta yang telah memberikan *support* yang besar serta do'a dalam menyelesaikan penelitian ini.

3. Bapak Drs. Abdul Aziz, M. Pd selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, saran-saran dan mengarahkan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M.Pd. selaku dosen penguji I
5. Bapak Drs. Yufrizal A, M.Pd. selaku dosen penguji II
6. Bapak Drs. Purwantono, M. Pd. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak dan ibu dosen beserta staf administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penulisan.

Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* memberikan balasan yang setimpal kepada semua yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan skripsi ini. Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat peneliti harapkan demi perbaikan penulisan kedepannya. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta bermanfaat bagi komponen yang terkait dalam kependidikan untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Padang, Januari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I   PENDAHULUAAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	6
C. Batasan Masalah .....	7
D. Rumusan Masalah .....	7
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II   TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kualitas Geometri .....	10
B. Ketelitian Geometri .....	15
1. Pengujian Ketelitian Geometri Mesin Perkakas .....	15
2. Pokok-Pokok Pengujian Ketelitian Geometri Mesin Perkakas .....	18
3. Alat Ukur Pengujian .....	27
4. Standarisasi Pengujian .....	30

C. Toleransi Geometri .....	31
1. Pengertian Toleransi .....	31
2. Pengujian Kepresisian Geometri Mesin Bubut dan Toleransinya ...	32
D. Mesin Perkakas .....	34
E. Mesin Bubut ( <i>Lathe Machine</i> ) .....	34
1. Sejarah Mesin Bubut .....	34
2. Pengertian Mesin Bubut .....	36
3. Bagian Utama Mesin Bubut & Jenis Pengujian Geometrinya .....	36
F. Penelitian Yang Relevan .....	44
G. Kerangka Konseptual .....	45
H. Pertanyaan Penelitian .....	47

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Metode Penelitian .....	48
B. Objek Penelitian .....	49
C. Jadwal dan Tempat Penelitian .....	50
1. Jadwal Penelitian .....	50
2. Tempat Penelitian .....	50
D. Jenis dan Sumber Data .....	50
1. Jenis Data .....	50
2. Sumber Data .....	50
E. Instrumen Penelitian .....	51
F. Metode Pelaksanaan .....	51
G. Teknik Pengumpulan Data .....	52
H. Alat dan Bahan .....	52
I. Prosedur Penelitian .....	53
J. Teknik Analisis Data dan Pengujian .....	54
1. Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	54
2. Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap	

Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	56
3. Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas	
Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	59
4. Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas	
Terhadap Gerak Eretan .....	61
5. Pengujian Kesejajaran Gerakan <i>Tool Post</i> Terhadap Sumbu Kepala Tetap .....	64
6. Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) .....	66
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>	
A. Data Penelitian .....	68
1. Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	68
2. Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	74
3. Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	80
4. Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan .....	85
5. Pengujian Kesejajaran Gerakan <i>Tool Post</i> Terhadap Sumbu Kepala Tetap .....	90
6. Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) .....	95
B. Pembahasan .....	98
1. Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	98
2. Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	100
3. Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	101
4. Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas	

Terhadap Gerak Eretan .....	103
5. Pengujian Kesejajaran Gerakan <i>Tool Post</i> Terhadap Sumbu Kepala Tetap .....	104
6. Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) .....	106
<b>BAB V   PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	108
1. Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	108
2. Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	108
3. Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	109
4. Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan .....	109
5. Pengujian Kesejajaran Gerakan <i>Tool Post</i> Terhadap Sumbu Kepala Tetap .....	110
6. Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) .....	110
B. Saran .....	111
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>113</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Pengukuran dengan Pelurus & Contoh Grafik Hasil Pengukuran .....	20
2. Skema Pengukuran dengan Pendatar .....	21
3. Skema pengukuran dengan <i>Autokolimator</i> .....	22
4. Pengukuran Kedataran dengan Menggunakan Pendatar ( <i>Spirit level</i> ) .....	23
5. Pengukuran Kesejajaran Antar Bidang & Pengukuran Kesejajaran Antar Komponen Mesin .....	24
6. Pengukuran Kesejajaran Antar Sumbu Mesin & Pengukuran Kesejajaran Antar Sumbu dengan Bidang .....	25
7. Ketegaklurusan Gerakan Komponen Mesin dan Pengukurannya .....	26
8. Pengujian Ketegaklurusan Antar Garis Bidang & Pengujian Ketegaklurusan Antar Sumbu dengan Sumbu .....	26
9. Jam Ukur dan Bagian-Bagiannya .....	27
10. Mandrel Slindrik dan Penampang Dalamnya .....	28
11. Mandrel Slindrik dengan Satu Ujungnya Berbentuk Tirus .....	28
12. Alat Ukur Ketegaklurusan .....	29
13. Proses Pengujian Kelurusan Titik Senter Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	54
14. Proses Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	56
15. Proses Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan .....	59

16.	Proses Pengujian Kesejajaran Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan .....	61
17.	Proses Pengujian Kesejajaran Gerakan <i>Tool Post</i> Terhadap Kepala Tetap .....	64
18.	Posisi Pengujian Kesejajaran Benda Kerja .....	66
19.	Posisi Pengujian Vertikal Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	68
20.	Posisi Pengujian Horizontal Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas .....	68
21.	Posisi Pengujian Vertikal Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan.....	74
22.	Posisi Pengujian Horizontal Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan.....	74
23.	Posisi Pengujian Vertikal dan Horizontal Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan.....	80
24.	Posisi Pengujian Vertikal dan Horizontal Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Eretan.....	85
25.	Posisi Pengujian Vertikal dan Horizontal Kesejajaran Gerakan <i>Tool Post</i> Terhadap Sumbu Kepala Tetap .....	90
26.	Posisi Pengujian dinamik benda kerja (pembubutan rata) .....	95

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Tabel Pengujian .....	32
2. Data Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 01 .....	69
3. Data Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	69
4. Data Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	70
5. Data Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 01.....	75
6. Data Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 08.....	75
7. Data Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 09.....	76
8. Data Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 01.....	80
9. Data Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 08.....	81
10. Data Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 09.....	81
11. Data Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 01 .....	85
12. Data Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 08.....	86
13. Data Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 09.....	86
14. Data Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 01 .....	90

15.	Data Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 08.....	91
16.	Data Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 09.....	91
17.	Data Hasil Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 08.....	95
18.	Data Hasil Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) Mesin Bubut Maro 5 VA M 3 26 09.....	96

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik</b>	<b>Halaman</b>
1. Grafik Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 01 .....	71
2. Grafik Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	72
3. Grafik Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	73
4. Grafik Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 01 .....	77
5. Grafik Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	78
6. Grafik Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	79
7. Grafik Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 01 .....	82
8. Grafik Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	83
9. Grafik Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	84
10. Grafik Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 01 .....	87

11.	Grafik Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	88
12.	Grafik Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	89
13.	Grafik Pengujian Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 01 .....	92
14.	Grafik Pengujian Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	93
15.	Grafik Pengujian Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	94
16.	Grafik Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 08 .....	96
17.	Grafik Pengujian Dinamik Benda Kerja (Pembubutan Rata) Mesin Bubut Maro 5 VA M3 26 09 .....	97

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Proses Pengujian Kelurusan Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Titik Senter Kepala Lepas (Posisi Vertikal dan Horizontal) .....	116
2. Proses Pengujian Kesejajaran Antara Titik Sumbu Kepala Tetap Terhadap Gerak Pindah Eretan (Posisi Vertikal dan Horizontal) .....	117
3. Proses Pengujian Kesejajaran Antara Sumbu Kepala Lepas Terhadap Gerak Pindah (Posisi Vertikal dan Horizontal) .....	118
4. Proses Pengujian Kesejajaran Lubang Senter Kepala Lepas Terhadap Gerak Eretan (Posisi Vertikal dan Horizontal) .....	119
5. Proses Pengujian Kesejajaran Gerakan Tool Post Terhadap Sumbu Kepala Tetap (Posisi Vertikal dan Horizontal) .....	120
6. Proses Pengujian Dinamik Kesejajaran Benda Kerja Mesin Maro (Posisi Vertikal dan Horizontal) .....	121
7. Lembar Konsultasi Proposal Skripsi .....	122
8. Lembar Konsultasi Skripsi .....	123
9. Lembar Pemakaian Labor dan Alat .....	124
10. Lembar Pemakaian Labor dan Alat .....	125

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kemajuan dalam bidang teknologi yang semakin berkembang merupakan aspek sebuah pengetahuan dan teknologi yang mengharuskan kalangan perguruan tinggi untuk dapat meningkatkan kemampuan dalam penguasaan teknologi, terutama pada teknologi tepat guna. Teknologi tepat guna merupakan teknologi yang tepat sasaran dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat umum.

Pemanfaatan teknologi pada perguruan tinggi berhubungan dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum harusnya didukung dengan laboratorium dan alat-alat yang lengkap supaya mahasiswanya dapat mendalami ilmu yang dipelajarinya saat praktikum tersebut. Contohnya menyediakan laboratorium praktik dengan peralatan yang memadai sesuai dengan perkembangan teknologi untuk mahasiswanya. Dengan fasilitas laboratorium praktik yang memadai, mahasiswa akan lebih bersemangat untuk mengikuti mata kuliah praktik pada perguruan tinggi tersebut.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang merupakan salah satu jurusan yang mempunyai laboratorium pemesinan untuk praktikum para mahasiswanya. Laboratorium pemesinan jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang mempunyai bermacam-macam mesin perkakas, seperti mesin bubut, mesin frais, mesin sekrup, mesin bor, dan lain-lain. Mesin-mesin tersebut telah dioperasikan sebagai penunjang praktik mahasiswa Teknik Mesin. Sebagai mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, diwajibkan untuk mengikuti perkuliahan praktik pemesinan dengan menggunakan mesin-mesin perkakas. Perkuliahan tersebut sudah menjadi materi wajib yang harus dikuasai oleh para mahasiswa Teknik Mesin sebelum benar-benar terjun secara aktif di dunia kerja.

Dengan adanya mesin-mesin perkakas yang bisa dikatakan layak guna atau ketelitian geometris mesinnya yang masih bagus dan sesuai dengan standarnya maka nantinya produk yang dihasilkan oleh mahasiswa dalam praktik pemesinan sesuai dengan yang diinginkan. Namun, pada perkuliahan praktik pemesinan, sering kali terjadi kesalahan operasional, baik kesalahan *setting* mesin, kesalahan penggunaan indikator-indikator ukur, serta kesalahan perawatan. Tiga hal diatas memberikan dampak buruk berupa penurunan performa mesin produksi sampai kepada kecelakaan kerja bagi operator mesin itu sendiri. Resiko kerja juga akan semakin bertambah mengingat mesin-mesin produksi yang dimaksud adalah mesin-mesin yang telah melewati umur teknis mesin. Hal ini dapat dimaklumi mengingat status mesin-mesin produksi yang dimiliki adalah mesin yang telah lama dipergunakan.

Berdasarkan hasil wawancara (observasi) peneliti dengan teknisi Laboratorium Pemesinan diketahui bahwa mesin perkakas yang ada di

Laboratorium Pemesinan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang khususnya mesin bubut Maro 5 VA, baru sekali melakukan uji geometri oleh mahasiswa yang melakukan penelitian serupa sejak awal beroperasi tahun 1980. Mesin-mesin perkakas yang telah dipakai dalam jangka waktu lama mengalami keausan pada berbagai komponennya sehingga menyebabkan terjadinya penyimpangan terhadap ketelitian semula. Kekasaran permukaan merupakan salah satu kualitas yang memiliki peran sangat penting dari suatu komponen mesin yang bersinggungan atau bergesekan dengan komponen lainnya dalam suatu konstruksi mesin (Yufrizal A. eds, 2020: 13). Tingkat kekasaran permukaan komponen mesin yang tinggi juga dapat menyebabkan keausan yang cepat, sehingga komponen mesin cepat rusak yang pada akhirnya efisiensi kerja mesin menurun dan tidak efisien waktu (Yufrizal A. eds, 2019: 2). Besarnya penyimpangan itu tidak boleh melewati batas yang diijinkan. Besarnya penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dari hasil pengujian ketelitian geometris. Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus (Yufrizal A. eds, 2019: 30). Untuk mesin perkakas yang telah mengalami rekondisi (rehabilitasi) maka data pengujian geometri dapat pula dijadikan ukuran keberhasilan usaha rekondisi (rehabilitasi) tersebut.

Penyimpangan geometris berkaitan dengan komponen-komponen yang ada pada mesin bubut, karena saat mesin dioperasikan untuk memproduksi benda kerja, kegeometrisan komponen-komponennya sangat berpengaruh terhadap benda kerja yang dihasilkan, Salah satu faktor yang mempengaruhi ketelitian

benda kerja adalah ketelitian mesin bubut yang dipergunakan dalam proses pemotongan benda kerja itu (Eko Indrawan eds, 2020: 72). Seperti kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas, kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, dan komponen lainnya yang saling berhubungan untuk menghasilkan benda yang sesuai dengan *job sheet* dan toleransi yang diizinkan. Menurut *Georg Schlesinger* ada 15 standar pengukuran geometri yang dapat digunakan dalam menganalisis mesin bubut dan toleransinya yaitu :

1. Penyelarasan (*Slideways*).
2. Kelurusan *Carriage* terhadap bidang horizontal.
3. Kesejajaran *Tailstock guidways* terhadap gerakan eretan.
4. Penyimpangan *Axial slip* dan permukaan plat.
5. *Run out* dari *Spindle nose*.
6. Ketirusan dari lubang *Spindle nose*.
7. Kesejajaran sumbu terhadap gerak pindah eretan.
8. Penyimpangan putaran *Head spindle*.
9. Kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan.
10. Kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak eretan.
11. Perbedaan tinggi senter.
12. Kesejajaran gerakan *tool post* terhadap sumbu.
13. Ketegaklurusan gerakan eretan lintang terhadap *Face plate*.
14. Penyimpangan arah *Axial* dari *Lead screw*.

#### 15. Penyimpangan *Picth* dari *Lead screw*.

Pada penelitian ini, peneliti mengambil 5 dari 15 buah penyimpangan geometri menurut standar Schlesinger yaitu kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas, kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, dan kesejajaran gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap. Untuk pengujian dinamik, kesejajaran benda kerja terhadap pembubutan rata. Alasan kenapa 5 penelitian ini diambil dikarenakan komponen-komponen yang ada pada mesin bubut yang hampir setiap hari dipergunakan untuk pengerjaan benda kerja yang bervariasi oleh mahasiswa sangat mempengaruhi penyimpangan-penyimpangan terhadap komponen-komponen utama mesin bubut. Untuk itu perlu dilakukannya penelitian ini agar peneliti bisa mengetahui apakah penyimpangan geometri mesin-mesin tersebut masih dalam batas atau sudah melewati batas toleransi.

Jika mesin tersebut telah mengalami penyimpangan ketelitiannya akan sangat berpengaruh besar terhadap mahasiswa yaitu nilai dan keterampilan mahasiswa bisa berkurang karena mesin-mesin tersebut tidak lagi sesuai dengan standar toleransi yang ada. Faktor lainnya adalah kurangnya perawatan (*maintenance*) secara berkala dan berkelanjutan pada mesin perkakas. Khususnya perawatan geometri mesin bubut yang menyangkut kepada penyimpangan-penyimpangan yang terdapat pada beberapa bagian mesin bubut.

Untuk mengetahui besarnya penyimpangan terhadap ketelitian semula perlu dilakukan pengujian. Pengujian awal yang harus dilakukan yaitu pengujian geometris secara statik, yaitu pengukuran ketelitian geometris suatu mesin yang dilakukan dalam keadaan diam (tidak bekerja) dan mesin tidak dibebani.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mengetahui penyimpangan atau kesalahan salah satu jenis mesin bubut yang ada di laboratorium pemesinan jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang maka, penelitian ini dilakukan dengan menguji kualitas geometris mesin bubut.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, dapat diidentifikasi permasalahan dari ketelitian geometris mesin-mesin perkakas sebagai berikut.

1. Faktor kelayakan sarana-prasana seperti kondisi geometri mesin-mesin perkakas yang telah dipakai dalam jangka waktu yang lama.
2. Mesin bubut yang hampir setiap hari digunakan untuk praktek mahasiswa memungkinkan terjadinya pergeseran komponen-komponen mesin dan dapat melewati batas toleransi geometri yang diizinkan.
3. Pengujian geometri mesin bubut yang sudah lama tidak dilakukan kembali.
4. Tidak lurusnya titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas.
5. Tidak sejajarnya antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan.
6. Tidak sejajarnya antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan.
7. Tidak sejajarnya lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan.

8. Tidak sejajarnya gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap.
9. Seperti apa hasil produk dari pembubutan menggunakan mesin bubut itu sendiri.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, mengingat luasnya cakupan permasalahan dalam penelitian ini maka pengujian ini dititik beratkan kepada kualitas geometri mesin bubut yang digunakan di laboratorium pemesinan jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dimana dalam penelitian ini permasalahannya dibatasi pada mesin bubut maro 5 VA.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah diatas dapat diajukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk penyimpangan dari kelurusan titik senter kepala tetap dengan titik senter kepala lepas.
2. Bagaimana bentuk penyimpangan dari kesejajaran antara titik senter kepala tetap terhadap gerak pindah eretan.
3. Bagaimana bentuk penyimpangan dari kesejajaran antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan.
4. Bagaimana bentuk penyimpangan dari kesejajaran antara lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan.
5. Bagaimana bentuk penyimpangan dari kesejajaran antara gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap.

6. Seperti apa penyimpangan benda kerja yang dihasilkan oleh mesin bubut Maro (Pembubutan Rata)

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Kelurusan titik senter kepala tetap dengan titik senter kepala lepas sesuai dengan toleransi yang di izinkan.
2. Kesejajaran antara titik senter kepala tetap terhadap gerak pindah eretan sesuai dengan toleransi yang di izinkan.
3. Kesejajaran antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan sesuai dengan toleransi yang di izinkan.
4. Kesejajaran antara lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan.
5. Kesejajaran antara gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap.
6. Untuk mengetahui kesejajaran benda kerja terhadap pembubutan rata.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan tentang bagaimana kondisi sebenarnya dari ketelitian geometris mesin bubut yang ada di Laboratorium Pemesinan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang. Serta dapat mengetahui apakah mesin bubut tersebut masih layak atau tidak untuk

dioperasikan sebagai penunjang bagi mahasiswa teknik mesin untuk melaksanakan praktek kerja pemesinan.

## 2. Bagi Lembaga

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan, pandangan serta bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan baik dari pihak jurusan agar nantinya dapat mengganti mesin-mesin perkakas khususnya mesin bubut yang mungkin sudah tidak layak dioperasikan dikarenakan dari segi penggunaan mesin yang sudah lama dan banyaknya terjadi ketidakakuratan dari segi ketelitian geometris mesin bubut itu sendiri.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kualitas Geometri**

Geometri adalah cabang matematika yang bersangkutan dengan pertanyaan bentuk, ukuran, posisi, dan sifat ruang. Kualitas geometri (misalnya : besarnya kelonggaran antara komponen yang berpasangan) berhubungan dengan kualitas fungsional. Kualitas fungsional mesin tidak tergantung pada kualitas geometri saja, tetapi dipengaruhi juga oleh : kekuatan, kekerasan, struktur metalografi, dan sebagainya yang berhubungan dengan kualitas material. Komponen mesin hasil proses pemesinan bercirikan kualitas geometrik yang teliti dan utama, kualitas geometrik tersebut meliputi ukuran, bentuk, dan kehalusan permukaan.

Untuk memperoleh suatu produk yang memiliki kualitas geometris ideal menurut ukuran yang dapat diperbuat oleh manusia tidaklah semata-mata dipengaruhi oleh proses pengerjaannya pada mesin, melainkan juga dipengaruhi oleh bagaimana manusia merencanakannya dan bagaimana pula kondisi materialnya. Bagian dari perencanaan suatu komponen sudah seharusnya memperhatikan tentang perbedaan-perbedaan ukuran yang diizinkan sehingga fungsi dari komponen yang dibuat terpenuhi sesuai dengan tujuan. Jadi, bagian perencanaan harus memperhatikan masalah kualitas desain, disamping itu perlu pula diperhatikan masalah kualitas materialnya, bagaimana kekuatannya,

bagaimana kekerasannya dan sebagainya karena kualitas material juga akan berpengaruh pada kualitas fungsional. Dengan demikian, apabila bagian perencanaan telah merencanakan suatu komponen dengan perhitungan-perhitungan tertentu, kemudiam dalam proses pengerjaannya pada mesin perkakas dapat mengurangi sekecil mungkin adanya penyimpangan-penyimpangan, maka dapat diharapkan diperolehnya suatu produk yang memiliki karakteristik geometris ideal menurut ukuran kemampuan-kemampuan manusia, dengan cara ini pula maka kualitas fungsional dari komponen yang dibuat bias dipenuhi sesuai dengan tujuan. Sebagai hasil terbesar dari usaha-usaha manusia mengurangi adanya penyimpangan dalam proses pengerjaan suatu produk adalah munculnya prinsip dasar dalam dunia industri yaitu pembuatan komponen yang memiliki sifat mampu tukar (*interchange ability*). Salah satu contoh sederhana dari pembuatan komponen dengan sifat mampu tukar adalah pembuatan poros dan roda sudu pompa sentrifugal, poros dan lubang roda yang dibuat sengaja diberi kelonggaran tertentu, namun kelonggaran tersebut masih dalam batas-batas maksimum dan minimum.

Dengan menggunakan prinsip dasar adanya komponen yang mempunyai sifat mampu tukar seperti penjelasan diatas, ternyata ada beberapa keuntungan ditinjau dari proses produksi, keuntungan-keuntungan tersebut antara lain adalah

1. Lamanya waktu produksi setiap unit mesin dapat dikurangi karena waktu untuk proses perakitan menjadi lebih cepat.

2. Pembuatan komponen-komponen mesin dapat dilakukan secara terpisah dipabrik lain, dengan demikian dapat dimungkinkan adanya jalinan kerja sama antar pabrik.
3. Pembuatan suku cadang dapat dilakukan dalam jumlah yang besar dan biayanya juga menjadi murah, suku cadang ini didistribusikan ke berbagai tempat sebagai persediaan untuk reparasi, ini mengakibatkan waktu dan biaya reparasi menjadi turun.
4. Proses pengelolaan produksi menjadi lebih mudah, kualitas produksi juga dapat dijaga, bahkan dapat ditingkatkan.

Dari pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa antara kualitas geometris dan kualitas fungsional suatu komponen terdapat hubungan yang sangat penting. Untuk mendapatkan kualitas fungsional yang tepat maka kualitas geometris harus diperhatikan, untuk mendapatkan komponen yang berkualitas geometris menurut ukuran manusia maka pada proses pembuatannya harus berusaha mengurangi penyimpangan-penyimpangan termasuk di dalamnya penggunaan metode pengukuran, untuk dapat melakukan pengukuran perlu diketahui pula system dan standar pengukuran yang berlaku dibidang industri.

Kualitas geometrik yang ideal :

- a. Ukuran/dimensi yang teliti.
- b. Bentuk yang sederhana.
- c. Permukaan yang halus sekali.

Dalam praktik tidak mungkin tercapai karena ada penyimpangan yang terjadi, yaitu :

- a. Penyetelan mesin perkakas.
- b. Pengukuran geometri/dimensi produk.
- c. Gerakan mesin perkakas.
- d. Keausan pahat (perkakas potong).
- e. Perubahan temperatur.
- f. Besarnya gaya pemotongan.

Penyimpangan yang terjadi selama prose pembuatan memang diusahakan semenimal mungkin, akan tetapi tidak mungkin dihilangkan sama sekali, untuk itu dalam proses pembuatan komponen mesin dengan menggunakan mesin perkakas diperbolehkan adanya penyimpangan ukuran maupun bentuk, terjadinya penyimpangan tersebut misalnya terjadi pada pasangan poros dan lubang.

Agar poros dan lubang yang berpasangan nantinya bisa dirakit, maka ditempuh cara sebagai berikut :

- a. Membiarkan adanya penyimpangan ukuran poros dan lubang, pengontrolan ukuran sewaktu pembuatan poros dan lubang berlangsung tidak diutamakan. Untuk pemasangannya dilakukan dengan coba-coba.
- b. Membiarkan adanya penyimpangan kecil yang telah ditentukan terlebih dahulu. Pengontrolan ukuran sangat dipentingkan sewaktu proses produksi

berlangsung, untuk perakitannya semua poros pasti bias dipasangkan pada lubangnya.

Cara kedua ini yang dinamakan cara produksi dengan sifat ketertukaran. Keuntungan cara kedua adalah proses produksi bias berlangsung dengan cepat, dengan cara mengerjakannya secara paralel, yaitu lubang dan poros dikerjakan dimesin yang berbeda dengan operator yang berbeda pula. Poros selalu bisa dirakit dengan lubang, karena ukuran dan penyimpangannya sudah ditentukan terlebih dahulu, sehingga variasi ukuran bias diterima asal masih dalam batas ukuran yang telah disepakati. Selain itu suku cadang bisa dibuat dalam jumlah banyak, serta memudahkan mengatur proses pembuatan, hal tersebut bisa terjadi karena komponen yang dibuat bersifat mampu tukar (*interchange ability*), sifat mampu tukar ini lah yang dianut oada proses produksi modern.

Variasi merupakan sifat umum bagi produk yang dihasilkan oleh suatu proses produksi, oleh karena itu perlu diberikan suatu toleransi. Memberikan toleransi berarti menentukan batas-batas maksimum dan minimum dimana penyimpangan kualitas produk harus terletak. Bagian-bagian yang tidak utama dalam suatu komponen mesin tidak diberi toleransi, yang berarti menggunakan toleransi bebas/terbuka (*open tolerance*).

Toleransi diberikan pada bagian yang penting bila ditinjau dari aspek :

- a. Fungsi komponen.
- b. Perakitan komponen.
- c. Pembuatan komponen.

## **B. Ketelitian Geometri**

### **1. Pengujian Ketelitian Geometri Mesin Perkakas**

Konsep dari ketelitian geometris mesin perkakas sebenarnya telah lama dikembangkan dan pemakaian istilah geometri sebenarnya sudah tidak tepat lagi digunakan karena penelitian ketelitian geometri mesin perkakas dipengaruhi oleh rancangan mesin perkakas tersebut yakni kekakuannya baik yang statik maupun dinamik. Ketelitian geometri masing-masing komponen mesin perkakas dan deformasi karena gaya pemotongan maupun temperatur lingkungan. Rancangan mesin perkakas memberikan pengaruh terhadap kefungsiannya, sedangkan kekakuannya akan mempengaruhi defleksi yang terjadi baik karena berat sendiri maupun defleksi pencekam (*chuck*) karena berat getaran paksa dan kesalahan dinamik pada konstruksi sistem tersebut.

Benda kerja yang dihasilkan oleh proses pemotongan memiliki kualitas tertentu dan bisa diketahui dari ketelitian dimensi, ketelitian bentuk serta kehalusan permukaan benda kerja tersebut. Penyimpangan ketelitian dapat mengakibatkan benda kerja menjadi tidak sempurna, hal itu dapat diketahui dari ukuran dan kehalusan pada benda kerja menjadi tidak sesuai dengan yang diinginkan. Penyimpangan ketelitian benda kerja berhubungan erat dengan penyimpangan ketelitian pada mesin perkakas, karena mesin perkakas yang memotong atau menyayat benda kerja tersebut. Penyimpangan ketelitian pada mesin perkakas dapat diketahui melalui suatu pengujian mesin perkakas yang benar dan tepat (RR Runtu eds, 2015: 66).

Pada pembahasan ini menguraikan hal-hal yang berkaitan dalam proses pengujian ketelitian geometrik mesin perkakas yang konvensional. Seperti diketahui para pengguna mesin perkakas secara luas, konsep ketelitian geometrik mesin perkakas sesungguhnya telah lama berkembang. Untuk mengetahui ketelitian geometrik suatu mesin perkakas maka perlu dilakukan pengujian menurut prosedur yang telah baku. Pengembangan prosedur pengujian sebenarnya telah dirintis sejak tahun 1901 oleh Schlesinger dalam usahanya membuat suatu standar kelayakan untuk mesin perkakas. Setelah beberapa lama berbagai prosedur pengujian mesin perkakas telah diakui oleh seluruh pengguna dan pembuat mesin perkakas dan Organisasi Standar International (ISO) merangkum berbagai prosedur tersebut menjadi petunjuk baku (RR Runtu eds, 2015: 66). Ketelitian geometrik mesin perkakas diuji secara umum sesuai dengan prinsip-prinsip yang diusulkan oleh *Schelesinger* yang mendirikan sistem pengujian untuk berbagai mesin perkakas yang kini telah dimasukkan dalam standar ISO. Nilai penyimpangan hasil pengujian pada mesin bubut hasil pengujian dibandingkan dengan nilai penyimpangan ijin menurut standar ISO 1701. Berdasarkan standar pengujian ISO 1708 yang dikembangkan oleh *G. Schlesinger*, untuk mengetahui kualitas hasil pengujian pada mesin perkakas maka perlu dilakukan pengujian kekakuan (rigiditas) pada mesin perkakas. Kekakuan pada mesin perkakas dipengaruhi oleh kekakuan statik yang berhubungan dengan ketelitian geometrik mesin

perkakas dan kekakuan dinamik yang berhubungan dengan respon getaran mesin perkakas selama proses pemesinan.

Secara umum metode pengujian ketelitian geometri mesin perkakas ialah berdasarkan standar ISO (*International Standardd Organisation*) pada pedoman ISO 230. Menurut ISO 230 ada dua macam pengujian ketelitian geometri dari mesin perkakas, yaitu :

a. Pengujian ketelitian dinamik (*practical test*)

Pengujian *practical test* ini adalah pemeriksaan terhadap hasil yang diproduksi oleh mesin perkakas itu sendiri (Abdul Aziz, 2018). Pengujian ketelitian dinamik (*practical test*) ini dilakukan dengan menggunakan benda kerja uji (*test work pieces*) yang dikerjakan dalam kondisi finishing (*under finishing conditions*). Dalam hal ini harus ada keseragaman dimensi dari bahan benda kerja uji antara pembuat dan pemakai. Secara operasional yang termasuk kedalam kelompok *practical test* adalah :

- 1) Keakuratan pembubutan ulir.
- 2) Keakuratan pembubutan memanjang.
- 3) Keakuratan pembubutan melintang.

b. Pengujian ketelitian statik (*geometrical check*)

Pengujian ketelitian statik (*geometrical check*) adalah pemeriksaan terhadap bentuk dan posisi dari komponen yang terdapat pada mesin perkakas dimana satu sama lainnya berada dalam posisi terpasang. Pengujian ketelitian statik (*geometrical check*) ini dilakukan tanpa

pembebanan dan mesin dalam keadaan tidak bekerja, hal yang harus diuji adalah penyimpangan geometri dari setiap komponen gerak pindah relative satu dengan yang lain. Secara operasionalnya yang termasuk kedalam kelompok (*geometrical check*).

- 1) Kelurusan (*straightness*).
- 2) Kedataran (*flatness*).
- 3) Kesejajaran (*parallelism*).
- 4) Kebulatan (*roundness*).
- 5) Kesepusatan (*concentricity*).
- 6) Kerataan.

## 2. Pokok-Pokok Pengujian Ketelitian Geometri Mesin Perkakas

Pengujian geometris mesin perkakas khususnya mesin bubut dimaksudkan untuk mengadakan pengujian terhadap dimensi-dimensi dan bentuk-bentuk serta posisi-posisi dari komponen mesin antara yang satu dengan yang lainnya, misalnya ketegaklurusan antara dua bidang, kesejajaran antara dua gerakan, kesejajaran antara dua bidang dan lain sebagainya. Ada beberapa konsep dasar dalam pengujian ketelitian geometris mesin perkakas, yaitu :

### a. Kelurusan (*straightness*)

Suatu permukaan benda dikatakan lurus bila bidang permukaan tersebut berbentuk garis lurus seandainya digambarkan dalam bentuk garis. Artinya demikian, suatu benda yang diperiksa kelurusan permukaannya

dalam panjang tertentu, ternyata dalam pemeriksaannya tidak ditemukan adanya penyimpangan bentuk ke arah *horizontal* atau *vertikal* yang berarti, maka dikatakan permukaan benda tersebut adalah lurus, dan kalau digambarkan secara grafis maka akan diperoleh bentuk garis lurus. Kelurusan dari permukaan suatu komponen sangat penting perannya dalam mesin bubut.

Secara garis besar pengertian kelurusan (*Straightness*) mencakup semua kelurusan suatu garis atau bidang, kelurusan komponen-komponen mesin dan kelurusan suatu gerakan lurus pada mesin (RR Runtu eds, 2015: 67), dengan kata lain suatu garis dinyatakan lurus apabila harga perubahan dari jarak antara titik garis itu terhadap satu bidang proyeksi yang sejajar terhadap garis, selalu dibawah suatu harga tertentu (Edy Purnomo, 2011: 21). Dalam pengetesan/pengujian terhadap mesin perkakas yang perlu diuji mengenai kelurusan ini adalah :

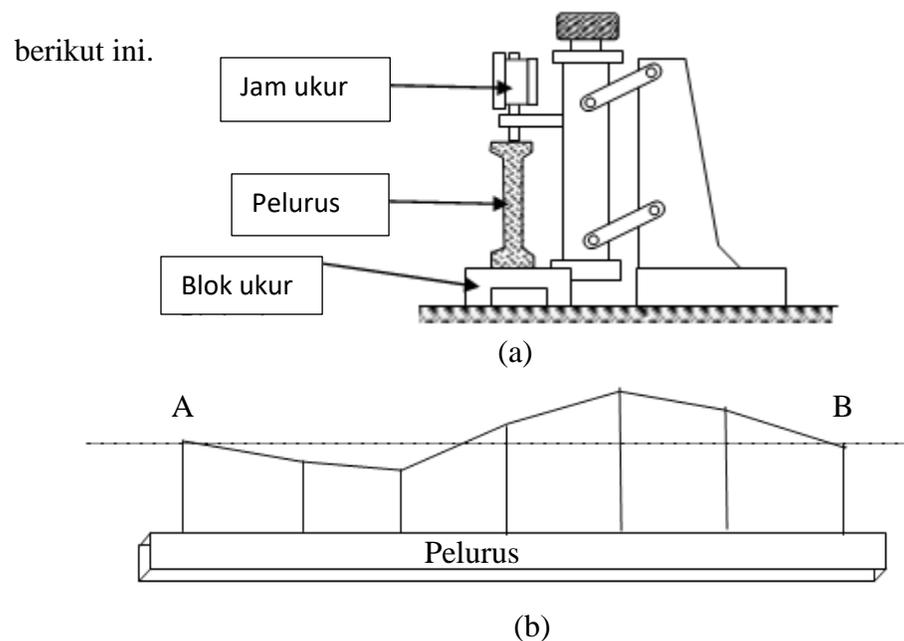
- 1) Kelurusan antara dua bidang.
- 2) Kelurusan masing-masing komponen.
- 3) Kelurusan gerakan tiap komponen dan antar komponen.

Metode untuk pengukuran ada bermacam-macam, yang masing-masing dapat dipakai menurut situasi dan kondisinya, maksudnya jika alat ukurnya ada (sesuai dengan yang diinginkan) dan memungkinkan dipakai untuk mengukur. Ada tiga macam metode yang dapat dipakai untuk mengukur kelurusan tersebut yaitu, metode pengukuran kelurusan dengan

pelurus (*straight edge*), pengukuran kelurusan dengan pendatar (*spirit-level*), dan pengukuran kelurusan dengan menggunakan Autokolimator (*autocollimator*). Dari ketiga jenis tersebut masing-masing mempunyai kelebihan sendiri-sendiri, kelebihan yang dimaksud terutama menyangkut ketelitian yang dipunyai.

1) Metode pengukuran kelurusan dengan menggunakan pelurus.

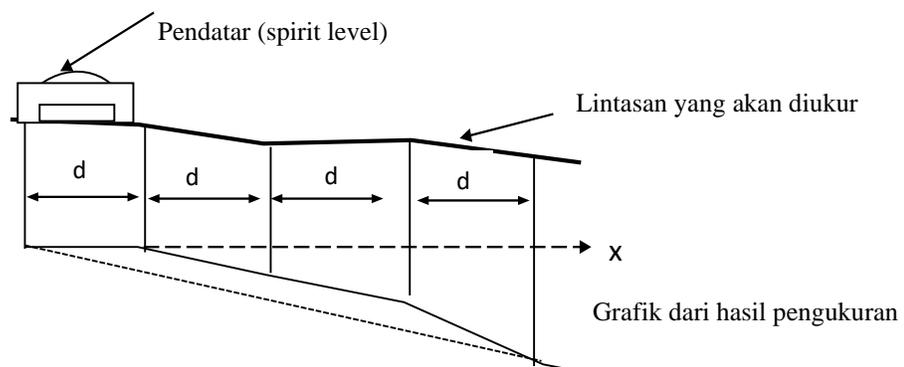
Pada metode ini peralatan yang dipakai adalah, pelurus, blok ukur (*slip gauge*) secukupnya, dan jam ukur (*dial indicator*) beserta pemegangnya. Pada metode ini pelurus harus ditumpu oleh dua susunan blok ukur yang sama tingginya secara bersama-sama di atas permukaan atau bidang yang akan diukur, yang kemudian pada bagian atas dari pelurus dicek kelurusannya dengan menggunakan jam ukur (Edy Purnomo, 2011: 22). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 1.** (a) Skema Pengukuran dengan Pelurus  
 (b) Contoh Grafik Hasil Pengukuran  
 Sumber : (Edy Purnomo : 22)

2) Metode pengukuran kelurusan dengan menggunakan pendatar

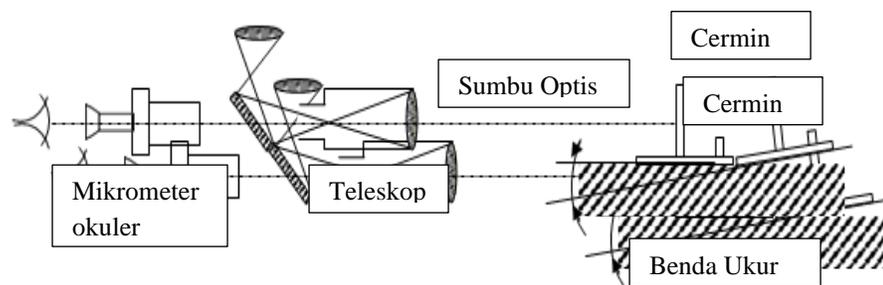
Pada metode ini peralatan yang dipakai adalah pendatar (*spirit level*) dengan ketelitian yang sangat presisi. Selain ketelitian satu hal lagi yang harus diketahui adalah panjang dari pendatar itu sendiri, karena dalam pengukuran ini panjang pendatar sangat menentukan sekali terhadap konfigurasi kelurusan yang didapatkan (Edy Purnomo, 2011: 23). Adapun proses pengukurannya dapat dilaksanakan sebagai berikut, pertama membagi lintasan pada bidang yang akan diukur sesuai dengan panjang pendatar, dan kedua melaksanakan pengukuran yaitu dengan menggeser pendatar tersebut pada lintasan yang sudah dibagi pada langkah pertama, langkah ketiga mencatat penyimpangan yang terjadi yang selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk gambar grafik



**Gambar 2.** Skema Pengukuran dengan Pendatar  
 Sumber : (Edy purnomo : 23)

### 3) Pengukuran kelurusan dengan menggunakan *Autokolimator*

Pada metode ini pengukuran yang dilaksanakan menganut prinsip optik, yaitu dengan menggunakan alat ukur optik yang bernama *Autokolimator*. Peralatan ini dilengkapi dengan satu unit perangkat optik dan sebuah cermin atau reflektor atau target, serta alat-alat bantu lain seperti pelurus, dan lain sebagainya (Edy Purnomo, 2011: 23). Adapun proses pengukurannya sama seperti pengukuran dengan menggunakan pendatar, yaitu membagi lintasan yang akan diukur dengan panjang cermin yang dipakai, kemudian mengukur lintasan tersebut seberapa jauh penyimpangannya. Kelebihan alat ini jika dibanding dengan pendatar adalah kecermatan dalam membaca kesalahan yang terjadi, yaitu alat ini bisa membaca langsung dengan ketelitian yang tinggi, tidak perlu menterjemahkan lagi ke dalam ukuran lain.



**Gambar 3.** Skema Pengukuran dengan *Autokolimator*

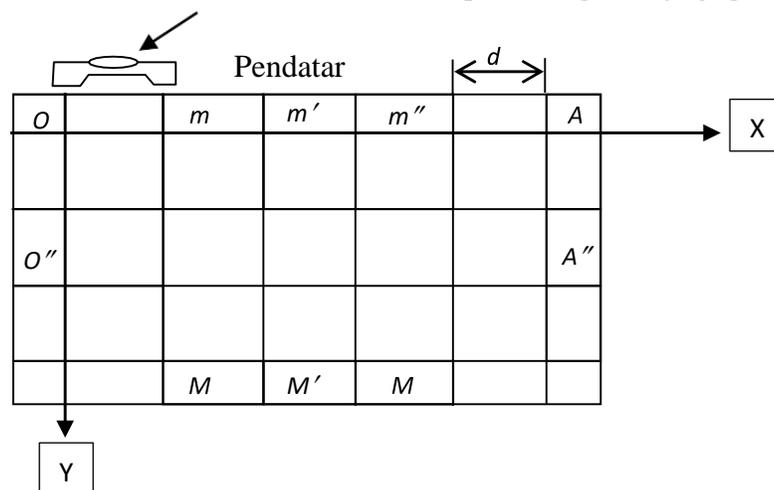
Sumber : (Edy purnomo : 24)

#### b. Kedataran (*flatness*)

Suatu permukaan atau bidang dinyatakan rata atau datar bila perubahan jarak tegak lurus dari titik-titik itu terhadap sebuah bidang

geometrik yang sejajar permukaannya, mempunyai harga di bawah suatu harga tertentu. Bidang geometrik dapat diwakilkan oleh sebuah plat rata (*surface plate*) atau oleh sekumpulan garis-garis lurus yang dapat diperoleh dengan pertolongan suatu pelurus (*straight edge*), pendatar atau sinar cahaya yang dipindah-pindahkan (Edy Purnomo, 2011: 24).

Metode untuk mengukurnya dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur pendatar, atau alat ukur *Autokolimator* atau alat-alat ukur optik lainnya seperti *Angle Dekkor* dan jenis optik yang lainnya. Gambar berikut ini menunjukkan pengukuran kedataran dengan menggunakan pentara (*spirit level*). Pada gambar terlihat bahwa bidang yang akan diukur dibuat lintasan-lintasan (yang akan dilewati pendatar), lintasan-lintasan tersebut adalah garis OX dan garis OY yang keduanya dibagi beberapa titik (jarak tiap titik sebesar  $d$ ). prosedurnya lintasan OA dan OC diukur terlebih dahulu, kemudian baru lintasanyang lain seperti O'A' ; O''A'' ; m'M' ; m''M'' ; CB ; AB; dan kalau perlu diagonalnya juga diukur.



**Gambar 4.** Pengukuran Kedataran Menggunakan Pendatar (*Spirit Level*).

*Sumber : (Edy purnomo : 24)*

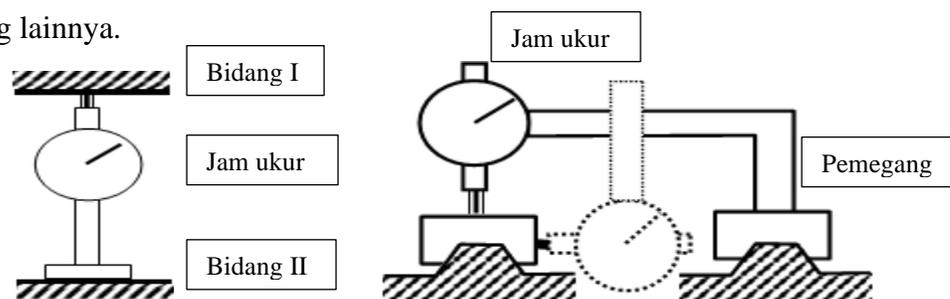
**c. Kesejajaran (*parallellism*)**

Sebuah garis dinyatakan sejajar terhadap suatu bidang apabila diadakan pengukuran antara garis tersebut terhadap bidang pada beberapa tempat, maka perbedaan maksimum yang diperbolehkan tidak melampaui harga tertentu (Edy Purnomo, 2011: 25).

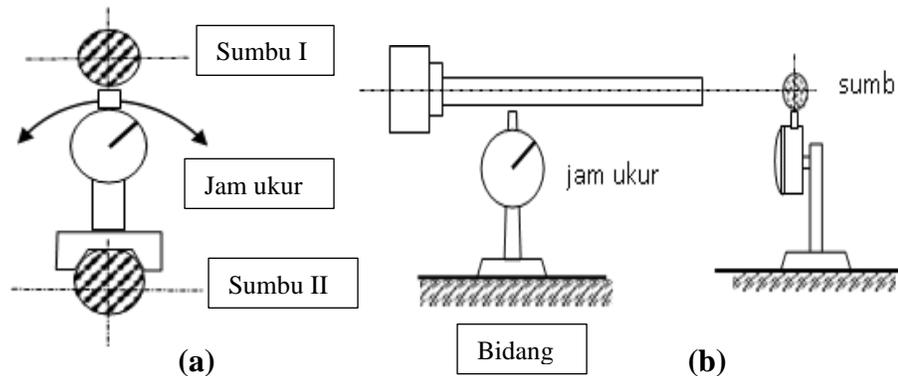
Jenis-jenis kesejajaran yang ada pada mesin perkakas dan yang perlu dites (diuji) adalah :

- 1) Kesejajaran antar bidang yang ada pada mesin perkakas.
- 2) Kesejajaran gerakan antara komponen-komponen mesin.
- 3) Kesejajaran antara sumbu-sumbu.
- 4) Kesejajaran antara sumbu dengan bidang mesin perkakas.

Pengukurannya menggunakan alat-alat ukur yang sederhana seperti jam ukur dan pemegangnya, pendatar dan alat bantu, serta alat-alat ukur yang lainnya.



**Gambar 5.** (a) Pengukuran Kesejajaran Antar Bidang  
 (b) Pengukuran Kesejajaran Antar Komponen Mesin  
 Sumber : (Edy Purnomo : 25)



**Gambar 6.** (a) Pengukuran Kesejajaran Antar Sumbu Mesin  
 (b) pengukuran kesejajaran antar sumbu dengan bidang  
 Sumber : (Edy Purnomo : 25)

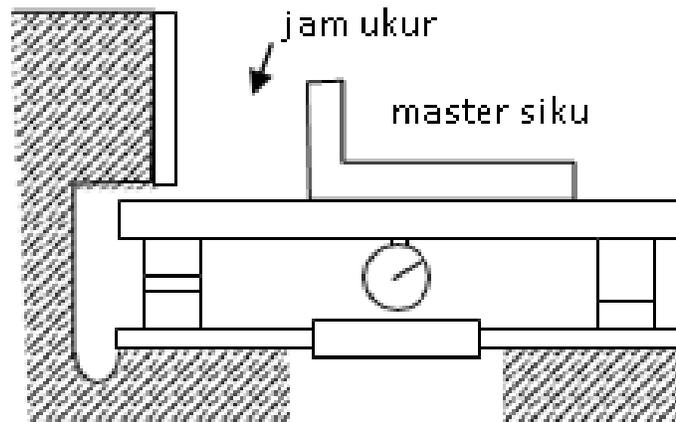
#### d. Ketegaklurusan

Dua bidang, dua garis lurus atau satu garis lurus dan sebuah bidang dinyatakan tegaklurus satu terhadap yang lain, apabila penyimpangan kesejajaran terhadap sebuah harga tegaklurus baku tidak melampaui suatu harga tertentu.

Jenis jenis ketegaklurusan yang perlu diuji pada mesin perkakas adalah :

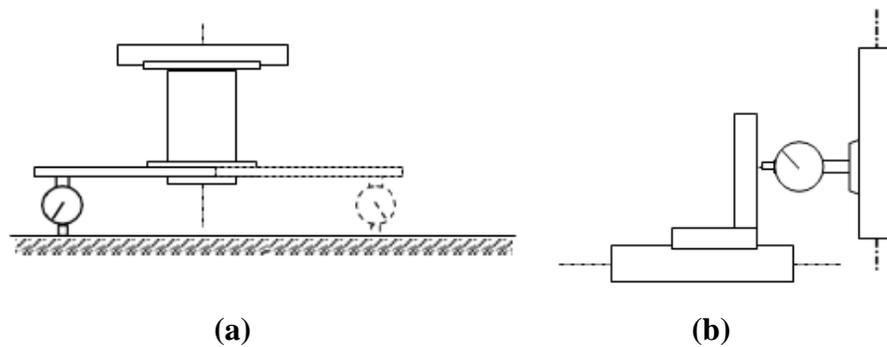
- 1) Ketegaklurusan gerakan–gerakan komponen mesin.
- 2) Ketegaklurusan antara garis lurus dan bidang.
- 3) Ketegaklurusan antara sumbu dengan sumbu.

Berikut ini akan diberikan beberapa ilustrasi tentang ketelitian ketegaklurusan tersebut dan cara-cara pengukurannya.



**Gambar 7.** Ketegaklurusan Gerakn-Gerakan Komponen Mesin dan Pengukurannya

*Sumber : (Edy purnomo : 26)*



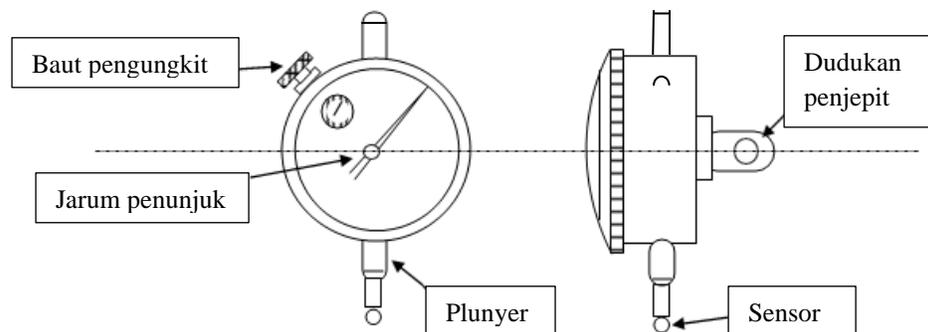
**Gambar 8.** (a) Pengujian Ketegaklurusan Antar Garis Bidang  
(b) Pengujian ketegaklurusan antar sumbu dengan sumbu  
*Sumber : (Edy Purnomo : 26)*

### 3. Alat Ukur Pengujian

Dalam pengetesan mesin perkakas ada beberapa alat-alat ukur yang dipakai dan alat-alat tersebut harus mempunyai ketelitian yang tinggi. Diantara alat-alat ukur yang sering dipakai adalah :

#### a. Jam ukur (*dial indicator*)

Alat ukur ini dipakai untuk mendeteksi perubahan satuan panjang dalam satu arah. Untuk pekerjaan biasa dan normal suatu divisi menunjukkan perbedaan 0,01 mm, kalau diperlukan dapat dipakai jam ukur yang lebih teliti yaitu dengan divisi sampai dengan  $1\mu\text{m}$  (satu mikrometer), resolusi *dial indicator* 0,001 mm ( $1\mu\text{m}$ ) dengan rentang ukur 5 mm.



**Gambar 9.** Jam Ukur Dan Bagian-Bagiannya

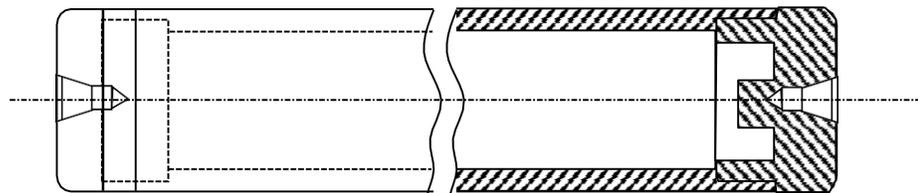
Sumber : (Edy purnomo : 28)

#### b. Mandrel penguji (*silinder reference*)

Adalah suatu alat yang mewakili suatu sumbu yang akan diuji posisinya terhadap elemen-elemen mesin yang lain maupun gerakan sumbu itu terhadap posisinya sendiri.

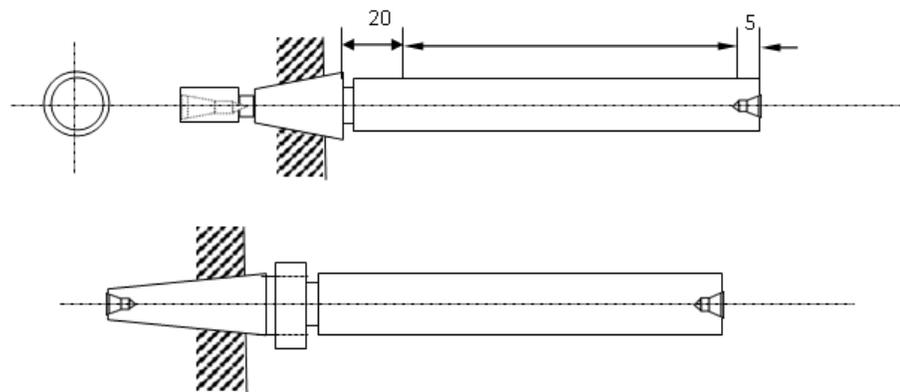
Ada dua jenis mandrel penguji (*silinder refference*) yang dapat dipakai pada pengujian mesin perkakas, yaitu :

- 1) Mandrel silindrik, kedua ujungnya mempunyai diameter sama, dan pemakaiannya ditumpu oleh dua senter.
- 2) Mandrel silindrik dengan satu ujung berbentuk tirus, pemakaiannya bisa ditumpu oleh kedua ujung senter dan bisa juga dipasang pada lubang tirus (*sleave*) yang ada pada mesin perkakas.



**Gambar 10.** Mandrel Silindrik dan Penampang Dalamnya

Sumber : (Edy purnomo : 29)



**Gambar 11.** Mandrel Silindrik dengan Satu Ujungnya Berbentuk Tirus

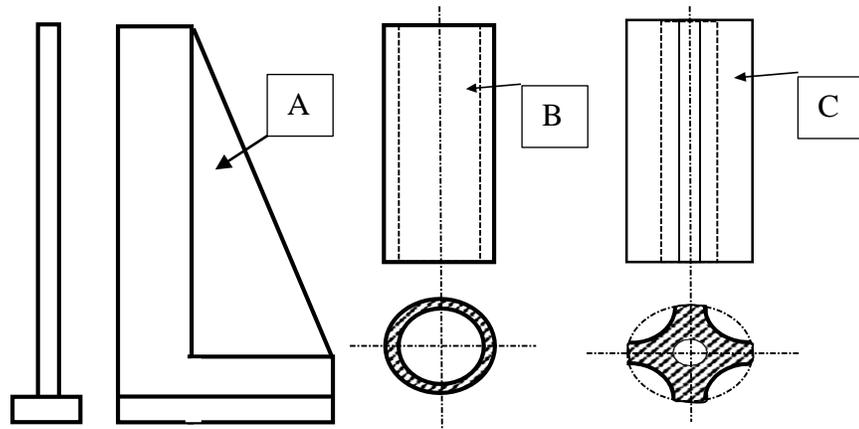
Sumber : (Edy purnomo : 29)

Mandrel ini terbuat dari bahan baja yang dikeraskan, yang bagian luarnya dilapisi dengan Chrom agar tahan korosi. Ukuran panjangnya

bervariasi yaitu, 75 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, dan 500 mm. Karena fungsinya sebagai wakil sumbu, maka ketelitian yang harus dipunyai baik diameter maupun ukuran panjangnya tidak boleh menyimpang melebihi 2 sampai 3 mikron (Edy Purnomo, 2011: 28).

**c. Siku atau mistar siku (*squares or master squares*)**

Alat ini dipakai untuk mengukur ketegak lurus atau kesikuan antar dua bidang yang berpasangan atau yang berpotongan yang membentuk sudut  $90^\circ$ . Siku atau mistar siku ini dapat berbentuk siku atau silinder atau bentuk segi. Kedataran atau kelurusan yang harus dipunyai adalah,  $(2+10L)$  mikron atau  $(0,0001 + 10^{-5}L)$  *inchi*, dimana  $L$  = panjang daerah atau sisi kerja siku, sedangkan untuk kesikuannya 5 mikron/300 mm panjang atau 0,0002 *inchi/foot* (Sukardi, 2011: 30).



**Gambar 12.** Alat Ukur Ketegaklurusan

A. Bentuk Siku

B. Bentuk Silindrik

C. Bentuk Segi

Sumber : (Edy purnomo : 31)

#### 4. Standarisasi Pengujian

Benda kerja yang dihasilkan oleh proses pemotongan pada mesin bubut tersebut memiliki kualitas tertentu dan bila diketahui dari ketelitian dimensi, ketelitian bentuk serta kehausan permukaan benda kerja tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi ketelitian benda kerja adalah ketelitian mesin bubut yang dipergunakan dalam proses pemotongan benda kerja itu sendiri.

Secara kasar semua penyimpangan-penyimpangan yang terjadi tidak boleh melebihi harga 0,02 mm sampai 0,05 mm (RR Runtu eds, 2015: 68). Ketelitian geometri mesin perkakas yang langsung mempengaruhi kualitas benda kerja adalah :

- a. Ketelitian permukaan referensi.
- b. Ketelitian gerak linier.
- c. Ketelitian putaran spindel.
- d. Ketelitian gerak pindah (*displacement accuracy*).

Agar kualitas produk dapat sesuai perancangannya, maka salah satu yang harus dipenuhi adalah ketelitian geometri yang memenuhi persyaratan sesuai dengan standar acuan baku sebagai referensinya. Didalam kasus penelitian ini salah satu mesin produksi berupa mesin bubut Maro 5 VA yang sudah lama dipergunakan, kemungkinan sudah terjadinya penyimpangan atau kesalahan geometri mesin tersebut yang akan dapat menurunkan kualitas dari benda kerjanya. Sehingga tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui apakah mesin bubut tersebut masih memenuhi standar atau memiliki tingkat ketelitian yang baik sesuai dengan standar acuannya.
- b. Untuk kegiatan pemeliharaan (*maintenance*), dimana apabila memang penyimpangan yang terjadi pada mesin perkakas tidak memenuhi standar dilakukan rekondisi ulang.

Metode yang dipakai dalam pengujian ketelitian geometric mesin bubut ini menggunakan metode pengujian langsung dengan alat uji yang sesuai dengan apa yang disyaratkan pada standar acuan dan dilaksanakan berdasarkan ketentuan prosedur pengujian.

## **C. Toleransi Geometri**

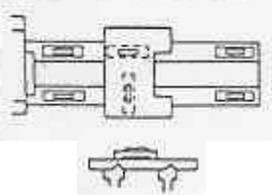
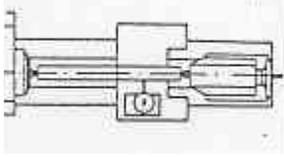
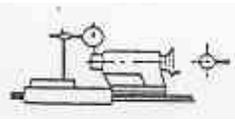
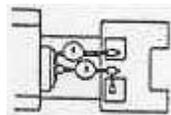
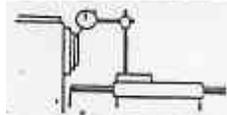
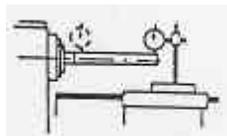
### **1. Pengertian Toleransi**

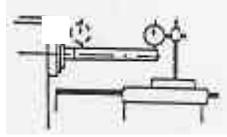
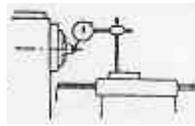
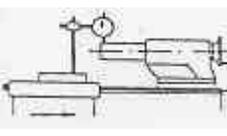
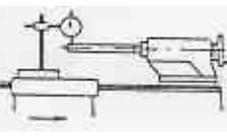
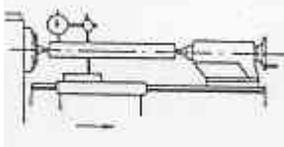
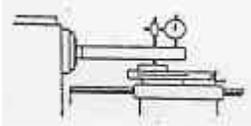
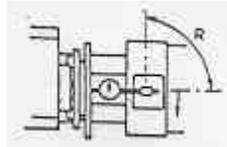
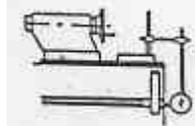
Toleransi (*tolerance*) adalah perbedaan ukuran antara kedua harga batas (*two permissible limits*) dimana ukuran dari komponen harus terletak, untuk setiap komponen perlu didefinisikan suatu ukuran dasar (*basic size*) sehingga kedua harga batas (maksimum dan minimum) yang membatasi daerah toleransi (*tolerance zone*) dapat dinyatakan dengan suatu penyimpangan (*deviation*) terhadap ukuran dasar. Ukuran dasar ini harus dinyatakan dengan bilangan bulat, besar dan tanda (positif atau negatif) dan penyimpangan dapat diketahui dengan cara mengurangkan ukuran dasar pada harga batas yang bersangkutan.

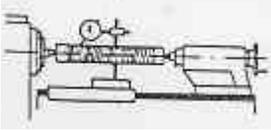
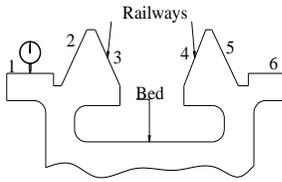
## 2. Pengujian Keakuratan Geometri Mesin Bubut dan Toleransinya

**Tabel 1.** Tabel Pengujian

Sumber : (Gugun Gundara : 11 - 12)

NO	Diagram	Jenis Pengujian	Penyimpangan Yang Diizinkan	Alat Ukur
1		Penyelarasan "Slideways" a. Pada arah longitudinal b. Pada arah transversal	a. 0,02 mm/meter DC $\leq$ 500 mm 0,01 Convex. 500 $\leq$ DC $\leq$ 1000 0,02 mm Convex b. 0,04 mm/meter	Spirit Level atau Frame Level Dengan skala 0,02 mm/m
2		Kelurusan Carriage terhadap bidang datar (Horizontal)	a. 0,015 / 500 mm b. 500 < DC < 1000 0,02 mm	Mandrel Penguji (Slinder Reference)
3		Kesejajaran gerakan kepala lepas terhadap gerak pindah Carriage (carriage mendorong kepala lepas)	a. 0,02 / 1000 mm b. 0,01 / 500 mm	Dial indicator (Jam ukur)
4		a. Axial slip b. Permukaan face plate	a. 0,01 mm b. 0,02 mm	a. Dial indicator b. Centere
5		Run Out dari spindle nose	0,01 mm	Dial Indicator
6		Ketirusan dari lubang spindle nose a. Pada Spindle nose b. Pada jarak 300 mm	a. 0,01 mm b. 0,02 / 300 mm	a. Dial indicator b. Mandrel penguji

7		Kesejajaran sumbu terhadap gerak pindah <i>carriage</i>	a. <i>Horizontal</i> 0,05 mm/500 mm b. <i>Vertikal</i> 0,02 mm/300 mm	a. <i>Dial indicator</i> b. Mandrel Penguji
8		Penyimpangan putaran <i>Head Spindle</i>	0,015 mm	<i>Dial Indikator</i>
9		Kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah <i>carriage</i>	a. 0,015 mm/100 mm ke depan b. 0,02 mm/100 mm ke atas	<i>Dial Indicator</i>
10		Kesejajaran lubang center kepala lepas terhadap gerakan <i>carriage</i>	a. 0,03 mm/300 mm ke depan b. 0,03 mm/300 mm ke atas	a. <i>Dial Indicator</i> b. Mandrel Penguji
11		Perbedaan tinggi center	0,04 mm center kepala lepas lebih tinggi dari center kepala tetap	a. <i>Dial Indicator</i> b. Mandrel Penguji
12		Kesejajaran gerakan <i>Tool post</i> terhadap sumbu	0,04 mm/300 mm	a. <i>Dial Indicator</i> b. Mandrel Penguji
13		Ketegaklurusan gerakan eretan lintang terhadap <i>face plate</i>	0,02 mm/300 mm $R \geq 90^0$	<i>Dial indicator</i>
14		Penyimpangan arah <i>axial</i> dari <i>lead screw</i>	0,015 mm	<i>Dial Indicator</i>

15		Penyimpangan <i>pitch</i> dari <i>lead screw</i>	a. $DC \leq 2000$ mm 0,04 mm/300 mm b. $DC > 2000$ mm 0,045 mm/300 mm	<i>Master Lead screw</i>
16		Pengukuran kerataan permukaan railways pada 6 bidang terhadap <i>carriage</i>	0,1 mm / 1000 mm	<i>Dial Indicator</i>

#### D. Mesin Perkakas

Mesin perkakas merupakan alat/sarana untuk mempermudah proses produksi suatu barang/benda kerja logam, dimana mesin perkakas dapat memproduksi suatu benda kerja logam dengan cepat, efektif dan ekonomis (Prasetyo Eko, 2009 : 15). Berbeda dengan mesin-mesin lainnya bentuk pahat dan arah gerak antara pahat dengan benda uji sangat mempengaruhi bentuk dan pemotongan logam menggunakan mesin perkakas itu sendiri. Teknik pemotongan logam menggunakan mesin perkakas disebut dengan proses pemesinan yang dikelompokkan menjadi (tujuh) macam proses pemesinan, yaitu proses bubut, gurdi, frais, gerinda rata, gerinda silindrik, sekrup dan gergaji.

#### E. Mesin Bubut (*Lathe Machine*)

##### 1. Sejarah Mesin Bubut

Mesin perkakas modern (mesin bubut) dimulai pada tahun 1775, ketika penemu asal inggris bernama John Wilkinson membuat mesin bor horizontal

untuk mengerjakan permukaan silinder dalam. Sekitar tahun 1794, Henry Maudslay membuat mesin bubut yang pertama. Sesudah itu Joseph Withworth mempercepat penggunaan mesin perkakas Wilkinson dan Moudslay tersebut dengan membuat alat ukur yang memiliki kecermatan seperjuta *inchi* pada tahun 1830.

Tujuan untuk membuat komponen yang mampu tukar pada awalnya muncul di Eropa dan USA pada waktu bersamaan. Sistem produksi massal sebenarnya baru diterapkan pada tahun 1798 yang dirancang oleh Whitney. Selama abad ke-19, mesin perkakas standar seperti mesin bubut, mesin sekrup, mesin gerinda, mesin gergaji potong, mesin frais, dan mesin bor telah memiliki ketelitian cukup tinggi, dan digunakan pada saat industrialisasi di Amerika Serikat dan Eropa dimulai. Selama abad ke-20, mesin perkakas berkembang dan menjadi makin akurat kemampuan produksinya. Sesudah tahun 1920 mesin perkakas makin khusus penggunaannya. Dari tahun 1930 sampai dengan tahun 1950 mesin perkakas yang lebih besar tenaganya dibuat untuk mengefektifkan penggunaannya bersamaan dengan tersedianya material alat potong. Selama tiga dasawarsa terakhir, para ahli teknik telah membuat mesin perkakas yang memiliki kemampuan dan kepresisian yang sangat tinggi dengan digunakannya control computer. Dengan demikian memungkinkan proses produksi menjadi sangat ekonomis.

## 2. Pengertian Mesin Bubut

Mesin bubut (*lathe machine*) adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong/menyayat benda kerja yang diputar, dan disebut juga salah satu mesin perkakas yang gerak utamanya berputar dimana benda kerja berputar yang terpasang pada pencekam sesuai dengan sumbu mesin sedangkan pahat diam bergerak kekanan/kekiri searah dengan sumbu mesin menyayat benda kerja (Mende Jefferson, 2008 : 2).

Proses membubut merupakan proses pengerjaan material dimana benda kerja dan alat potong bergerak mendatar (searah meja mesin), melintang atau membentuk sudut secara perlahan dan teratur baik secara otomatis maupun manual. Pada proses pembubutan berlangsung, benda kerja berputar dan pahat disentuhkan pada benda kerja sehingga terjadi penyayatan. Penyayatan dapat dilakukan kearah kiri atau kanan, sehingga menghasilkan benda kerja yang berbentuk silinder. Jika penyayatan dilakukan melintang maka akan menghasilkan bentuk alur, pemotongan atau permukaan yang disebut *facing* (Fajar aswin, 2017 : 25).

## 3. Bagian Utama Mesin Bubut dan Jenis Pengujian Ketelitian Geometrinya

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

Kepala tetap (*Head stock*), terdapat spindle utama mesin yang berfungsi sebagai dudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya: cekam (*chuck*), cekam kolet (*collet chuck*), senter tetap (*dead centre*), dan pelat pembawa (*face plate*). Alat perlengkapan tersebut

dipasang pada spindle mesin berfungsi sebagai pengikat atau penahan benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin bubut. Pada kepala tetap ini, jenis pengujian geometri yang bisa dilakukan menurut *Schlesinger standard* ialah :

- 1) *Run out* dari *Spindle nose*, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah 0,01 mm dimana alat ukur yang digunakan dalam pengujian nya ialah *dial indicator*.
- 2) Ketirusan dari lubang *spindle nose*, jenis pengujian ini dilakukan pada *spindle nose* dan juga pada jarak 300 mm dari *spindle nose* itu sendiri, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini ialah 0,01 mm terhadap *spindle nose* dan 0,02 mm terhadap jarak 300 mm, alat ukur yang digunakan pada pengujian ini adalah *dial indicator* dan mandrel penguji.
- 3) Kesejajaran sumbu terhadap gerak pindah eretran, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah 0,05 mm / 500 mm kearah horizontal dan 0,02 mm / 300 mm kearah vertical, alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini ialah *dial indicator* dan mandrel penguji.

Sumbu utama pada mesin bubut berfungsi sebagai tempat pengikat penjepit benda kerja dan menyalurkan daya putar motor sebagai daya sayat pada benda kerja. Penyaluran ini merupakan beban utama dan membebani spindle dengan torsi. Selain dari itu spindle dibebani oleh beban lentur

unsur-unsur penyalur (gaya tarik sabuk dan gaya tekan roda gigi) dan gaya tekan dalam ukuran kecil pada waktu pembubutan, bagian depan dari spindel tempat dimana pengikat benda kerja diikat dinamakan kepala spindel (*spindle nose*).

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

Kepala lepas (*tail stock*), digunakan sebagai dudukan senter putar (*rotary centre*), senter tetap, cekam bor (*chuck drill*) dan mata bor bertangkai tirus yang pemasangannya dimasukkan pada lubang tirus (*sleeve*) kepala lepas. Senter putar (*rotary centre*) dan senter tetap dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk mendukung ujung benda kerja agar putarannya stabil, sedangkan cekam bor atau mata bor dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk melakukan proses pengeboran. Kepala lepas dapat bergeser sepanjang alas mesin, tinggi dari ujung senter kepala lepas sama dengan tinggi ujung senter kepala tetap. Pada kepala lepas ini, jenis pengujian geometri yang bisa dilakukan menurut *Schlesinger standard* ialah :

- 1) Kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah  $0,015 \text{ mm} / 100 \text{ mm}$  kearah horizontal dan  $0,02 \text{ mm} / 100 \text{ mm}$  kearah vertical, alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini ialah *dial indicator*.
- 2) Kesejajaran lubang center kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah  $0,03$

mm / 300 mm kearah horizontal dan 0,03 mm / 300 mm kearah vertical, alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini ialah *dial indicator* dan mandrel penguji.

**c. Alas/Meja Mesin (*Bed machine*)**

Alas/meja mesin bubut, digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam (*steady rest*) dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan. Bentuk alas/ meja mesin bubut bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Selain itu, alat/ meja mesin bubut memiliki permukaannya yang sangat halus, rata dan kedataran serta kesejajarannya dengan ketelitian sangat tinggi, sehingga gerakan kepala lepas dan eretan memanjang di atasnya pada saat melakukan penyayatan dapat berjalan lancar dan stabil sehingga dapat menghasilkan pembubutan yang presisi. Pada meja mesin ini, jenis pengujian geometri yang bisa dilakukan menurut *Schlesinger standard* ialah penyelarasan *slideways*, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah 0,02 mm / meter pada arah *longitudinal* dan 0,04 mm / meter pada arah *transversal*, alat ukur yang digunakan dalam melakukan pengujian ini adalah *spirit level* atau *frame level* dengan skala 0,02 mm / meter.

**d. Eretan (*Carriage*)**

Eretan merupakan bagian utama dari mesin bubut yang terletak diantara kepala tetap dan kepala lepas dan terletak di atas meja mesin dan

dapat bergeser dalam membawa pahat pada waktu penyayatan. Eretan terdiri dari tiga bagian utama yaitu sebagai berikut :

1) Eretan Memanjang (*Apron*)

Eretan memanjang berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagaiudukan eretan melintang. Eretan memanjang juga dilengkapi dengan mur pengencang yang berfungsi untuk dihubungkan dengan poros *transporteur* untuk melakukan pemotongan ulir dan poros pemakanan untuk menggerakkan eretan memanjang secara otomatis.

2) Eretan Melintang (*Cross slide*)

Fungsi eretan melintang adalah untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjauhi sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagaiudukan eretan atas. Eretan melintang juga bisa menentukan tebal pemakanan dan pembubutan muka (*facing*).

3) Eretan atas (*Compound rest*)

Eretan atas berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual kearah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya dan diikat dengan dua buah baut pengikat. Pada bagian bawah dari eretan atas ini terdapat pembagian skala dalam derajat yang digunakan untuk menentukan secara tepat kedudukan eretan atas dalam memutar eretan

atas tersebut. Eretan atas hanya dapat digerak kan secara manual dengan ketelitian mencapai 0,01 mm, diatas eretan atas ini terdapat rumah pahat (*tool post*) yang berfungsi sebagai tempat kedudukan penjepit atau pengikat pahat bubut.

Pada eretan (*carriage*) ini, jenis pengujian geometri yang bisa dilakukan menurut *Schlesinger standard* ialah ketegaklurusan gerakan eretan lintang terhadap *face plate*, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah 0,02 mm / 300 mm dengan sudut eretan lintang 90°, alat ukur yang digunakan dalam pengujian geometri ini adalah *dial indicator*.

#### e. Poros Transporteur (*Lead screw*) dan Poros Pembawa

##### 1) Poros transporteur

Poros transporter adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir *withworth (inchi)* atau *metrik* (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis, misalnya pembubutan arah memanjang/ melintang dan ulir. Poros transporteur untuk mesin bubut standar pada umumnya kisar ulirnya antara dari 6 ÷ 8 mm. Pada tansporteur (*lead screw*) ini, jenis pengujian geometri yang bisa dilakukan menurut *Schlesinger standard* ialah :

- a) Penyimpangan arah *axial* dari poros transporteur (*lead screw*), dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah

0,015 mm terhadap *lead screw*, alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini adalah *dial indicator*.

- b) Penyimpangan *pitch* dari *lead screw*, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah 0,04 mm / 300 mm terhadap *pitch* yang kecil dari 2000 mm dan 0,045 mm / 300 mm terhadap *pitch* yang besar dari 2000 mm, alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini adalah *master lead screw*.

## 2) Poros pembawa

Poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis.

### **f. Tuas/Handel**

Tuas/handel pada setiap mesin bubut dengan merk atau pabrikan yang berbeda, pada umumnya memiliki posisi/letak dan cara penggunaan berbeda. Maka dari itu, didalam mengatur tuas pada setiap melakukan proses pembubutan harus berpedoman pada tabel-tabel petunjuk pengaturan yang terdapat pada mesin bubut tersebut.

### **g. Kedudukan Pahat Bubut (*Tool post*)**

Dudukan atau penjepit pahat pahat bubut (*tools Post*), digunakan untuk memegang atau menjepit pahat bubut pada saat melakukan proses pembubutan. Bentuk atau modelnya secara garis besar ada dua macam

yaitu, pemegang pahat bubut standar dan pemegang pahat bubut dapat disetel (*justable tool post*).

1) Dudukan pahat bubut standar (*Standard tool post*)

Dudukan pahat bubut standar adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut harus dengan memberi ganjal sampai dengan ketinggiannya tercapai dan pengencangan pahat bubut dilakukan dengan cara yang standar, yaitu dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada bagian atas pemegang pahat.

2) Dudukan pahat bubut dapat disetel (*Justable tool post*)

dudukan pahat bubut dapat disetel adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut dapat disetel ketinggiannya tanpa harus memberi ganjal pada bagian bawahnya, karena pada bodinya sudah terdapat rumah penjepit/pengikat pahat bubut yang konstruksinya disertai kelengkapan mekanik yang dengan mudah dapat disetel atau diatur ketinggian pahat bubutnya, dengan cara mengendorkannya.

Pada kedudukan pahat (*tool post*) ini, jenis pengujian geometri yang bisa dilakukan menurut *Schlesinger standard* ialah kesejajaran gerakan *tool post* terhadap sumbu kepala tetap, dimana penyimpangan yang diizinkan pada pengujian ini adalah 0,04 mm / 300 mm terhadap sumbu kepala tetap, alat ukur yang digunakan dalam pengujian geometri ini adalah *dial indicator* dan mandrel penguji.

## F. Penelitian yang Relevan

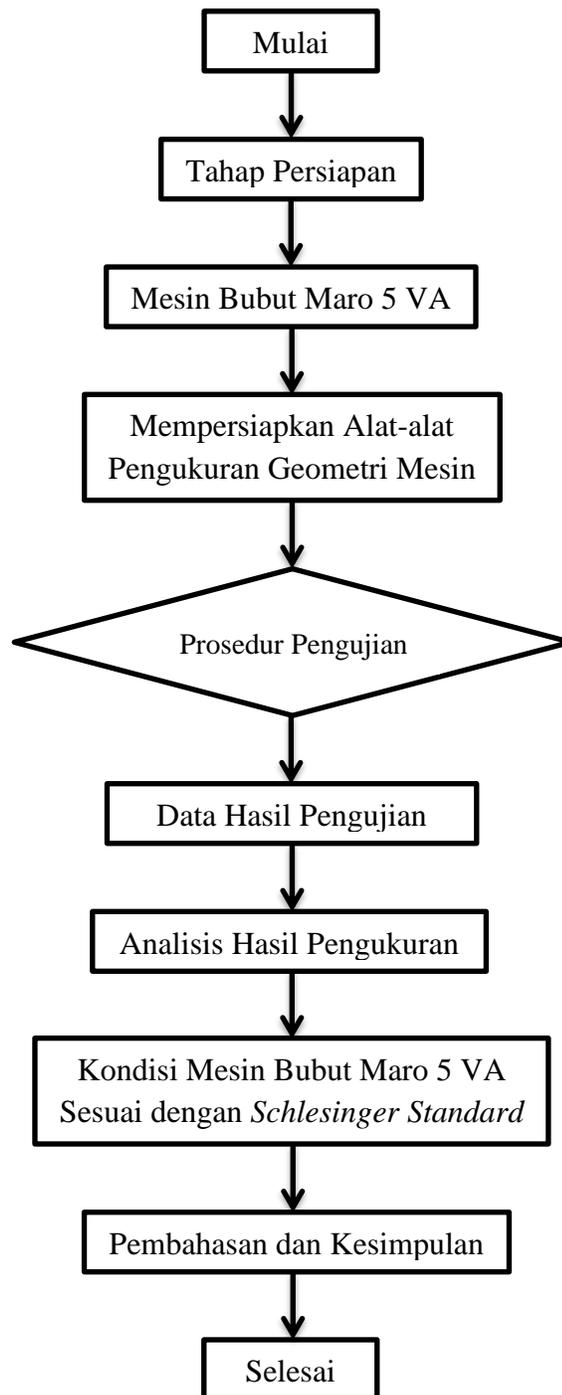
1. Kafka Satya Graha. 2017. Berdasarkan hasil pengujian geometri Mesin Bubut *Celtic* 14 di *workshop* Pemesinan Jurusan Teknik Mesin SMK Negeri 2 Payakumbuh menyimpulkan bahwa penyimpangan posisi *vertical* tertinggi terdapat pada Mesin Bubut *Celtic* 14 BU 04 sebesar 0,007 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,022 mm/280 mm dan penyimpangan *horizontal* tertinggi terdapat pada Mesin Bubut *Celtic* 14 BU 05 sebesar 0,012 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,022 mm/280 mm. Pengujian kesejajaran sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan menyimpulkan bahwa penyimpangan posisi *vertical* tertinggi terdapat pada Mesin Bubut *Celtic* 14 BU 06 sebesar 0,003 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,010 mm/160 mm dan penyimpangan *horizontal* tertinggi terdapat pada Mesin Bubut *Celtic* 14 BU 03, BU 04, BU 06 sebesar 0,004 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,016 mm/160 mm, dan pengujian kesejajaran sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan menyimpulkan bahwa penyimpangan posisi *vertical* tertinggi terdapat pada Mesin Bubut *Celtic* 14 BU 03, BU 05, dan BU 06 sebesar 0,002 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm/100 mm dan penyimpangan *horizontal* tertinggi terdapat pada Mesin Bubut *Celtic* 14 BU 05, dan BU 06 sebesar 0,002 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,015 mm/100 mm.

2. Rendy Revo Runtu. 2010. Analisis kemampuan dan keandalan mesin bubut *Weiler Primus* melalui pengujian karakteristik static menurut standar ISO 1708, disimpulkan bahwa pengujian yang dilakukan pada lima komponen gerak dari mesin perkakas bubut *Weiler Primus* yang adadi Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Unsrat), meliputi pengukuran penyelarasan terhadap alas mesin dan eretan, pengukuran kesejajaran gerak pindah kepala lepas relative terhadap gerak pindah eretan, pengukuran ketelitian spindel utama, pengukuran kesejajaran sumbu peluncur luar kepala lepas terhadap gerak eretan dan ketelitian poros pembawa karena keming pada bantalan tekan. Pengukuran dari kelima jenis pengujian yang dapat dilakukan disebabkan keterbatasan alat bantu ukur yang dapat menunjang pelaksanaan pengukuran lainnya dan dari hasil pengukuran dari kelima jenis pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mesin bubut *Weiler Primus* yang ada di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Unsrat) layak digunakan, dengan kata lain memiliki kemampuan dan keandalan untuk menghasilkan produk atau benda kerja dengan ketelitian yang tinggi.

#### **G. Kerangka Konseptual**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepresisian geometri Mesin Bubut Maro 5 VA, yang akan diteliti adalah kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas, kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran antara gerak pindah kepala lepas

terhadap gerak pindah eretan, kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan, dan kesejajaran gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap. Mesin Bubut Maro 5 VA yang akan diteliti berjumlah 3 buah. Urutan prosedur pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



## H. Pertanyaan Penelitian

1. Apakah penyimpangan dari kelurusan titik senter kepala tetap dengan titik senter kepala lepas sudah melewati batas toleransi ?
2. Apakah penyimpangan dari kesejajaran antara titik senter kepala tetap terhadap gerak pindah eretan sudah melewati batas toleransi ?
3. Apakah penyimpangan dari kesejajaran antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan sudah melewati batas toleransi ?
4. Apakah penyimpangan dari kesejajaran antara lubang senter kepala lepas terhadap gerak pindah eretan sudah melewati batas toleransi ?
5. Apakah penyimpangan dari kesejajaran antara gerakan *Tool post* terhadap sumbu kepala tetap sudah melewati batas toleransi ?
6. Seperti apa penyimpangan benda kerja yang dihasilkan oleh mesin bubut Maro (Pembubutan Rata) ?

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian geometri Mesin Bubut Maro 5 VA di laboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, peneliti dapat menyimpulkan :

1. Pengujian kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas menyimpulkan penyimpangan posisi vertikal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 09 sebesar 0,056 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,022 mm / 280 mm dan penyimpangan horizontal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 09 sebesar 0,048 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm / 250 mm, sehingga dikatakan mesin bubut Maro dengan nomor mesin M3 26 09 merupakan mesin bubut dengan penyimpangan terbesar, sehingga tidak layak digunakan untuk memproduksi benda kerja.
2. Pengujian kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan menyimpulkan penyimpangan posisi vertikal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 09 sebesar 0,043 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,0186 mm / 280 mm dan penyimpangan horizontal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 09 sebesar 0,021 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,03 mm / 300 mm, sehingga dikatakan mesin bubut Maro dengan nomor mesin M3 26 09

merupakan mesin bubut dengan penyimpangan terbesar, sehingga tidak layak digunakan untuk memproduksi benda kerja.

3. Pengujian kesejajaran antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan menyimpulkan penyimpangan posisi vertikal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 01 dan M3 26 08 sebesar 0,01 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm / 100 mm dan penyimpangan horizontal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 08 sebesar 0,009 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,015 mm / 100 mm, sehingga dikatakan mesin bubut Maro dengan nomor mesin M3 26 08 dan M3 26 01 merupakan mesin bubut dengan penyimpangan terbesar, sehingga tidak layak digunakan untuk memproduksi benda kerja.
4. Pengujian kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak eretan menyimpulkan penyimpangan posisi vertikal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 09 sebesar 0,047 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm / 200 mm dan penyimpangan horizontal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 09 sebesar 0,047 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm / 200 mm, sehingga dikatakan mesin bubut Maro dengan nomor mesin M3 26 09 merupakan mesin bubut dengan penyimpangan terbesar, sehingga tidak layak digunakan untuk memproduksi benda kerja.

5. Pengujian kesejajaran gerakan tool post terhadap sumbu kepala tetap menyimpulkan penyimpangan posisi vertikal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 01 sebesar 0,04 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm / 150 mm dan penyimpangan horizontal tertinggi terdapat pada mesin bubut Maro 5 VA M3 26 08 sebesar 0,018 mm, sedangkan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 mm / 150 mm, sehingga dikatakan mesin bubut Maro dengan nomor mesin M3 26 08 dan M3 26 01 merupakan mesin bubut dengan penyimpangan terbesar, sehingga tidak layak digunakan untuk memproduksi benda kerja.

Jadi, berdasarkan hasil penelitian, mesin bubut Maro 5 VA dengan jenis penelitian pengujian kesejajaran antara sumbu kepala lepas terhadap gerak pindah eretan dengan nomor mesin M3 26 01, M3 26 08, dan M3 26 09 tidak ada yang menyimpang dari batas toleransi yang diizinkan, sedangkan untuk jenis penelitian pengujian kelurusan titik sumbu kepala tetap terhadap titik senter kepala lepas, pengujian kesejajaran antara titik sumbu kepala tetap terhadap gerak pindah eretan, pengujian kesejajaran lubang senter kepala lepas terhadap gerak eretan, dan jenis pengujian kesejajaran gerakan tool post terhadap sumbu kepala tetap dengan nomor mesin M3 26 01, M3 26 08, dan M3 26 09 terdapat beberapa penyimpangan pada posisi vertikal maupun pada posisi horizontal.

6. Pengujian dinamik benda kerja (pembubutan rata) menyimpulkan penyimpangan posisi vertikal tertinggi terdapat pada benda kerja yang dibubut dengan mesin bubut M3 26 08 sebesar 0,021 mm sedangkan standar

toleransi yang diizinkan adalah 0,02 / 150 mm artinya untuk penyimpangan vertikal melewati dari batas toleransi yang ada. Penyimpangan horizontal tertinggi terdapat pada benda kerja yang juga dibubut dengan mesin bubut M3 26 09 yaitu sebesar 0,02 mm dengan standar toleransi yang diizinkan adalah 0,02 / 150 mm artinya untuk penyimpangan horizontal mencapai batas toleransi maksimal dan belum melewati dari batas toleransi yang ada. Jadi mesin Maro 5 VA dengan nomor mesin M3 26 08 tidak layak untuk memproduksi benda kerja karena terdapat penyimpangan melebihi standar toleransi yang ada, sedangkan mesin Maro 5 VA dengan nomor mesin M3 26 09 layak untuk memproduksi benda kerja karena tidak terdapat penyimpangan, baik pada posisi vertikal maupun pada posisi horizontal.

## **B. Saran**

Setelah melakukan penelitian terhadap mesin bubut Maro 5 VA di Laboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang didapat data-data dari masing-masing mesin dan komponen yang diuji, dan ada terdapat beberapa penyimpangan pada masing-masing komponen mesin yang diuji. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menjaga geometris mesin adalah :

1. Perawatan terhadap mesin-mesin perkakas secara teratur baik perawatan secara preventif maupun secara korektif.
2. Dianjurkan untuk tidak menukar komponen-komponen mesin yang satu dengan mesin yang lain. Hal itu cukup berpengaruh, dapat merubah posisi dari ketelitian awalnya.

3. Perlunya penjadwalan dalam pemakaian mesin-mesin perkakas, hal itu cukup berpengaruh terhadap kinerja dari mesin itu sendiri.
4. Perlunya penyetelan kembali komponen-komponen utama dari mesin bubut Maro 5 VA.