

## PENGUKURAN STATIS KETELITIAN GEOMETRIK MESIN BUBUT MAXIMAT V13 DI BENGKEL TEKNIK MESIN PNJ MENURUT REFERENSI

Darius Yuhas<sup>1</sup>, Ade Sumpena<sup>2</sup> dan Rudi Edial

*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*

Email: <sup>1</sup>[darius\\_yuhas@yahoo.com](mailto:darius_yuhas@yahoo.com), <sup>2</sup>[sumpenaade@gmail.com](mailto:sumpenaade@gmail.com)

### ABSTRACT

The lathe machine in Machine Shop Politeknik Negeri Jakarta has been aged about 30 years. Due to its old age, the lathe machine is required to be inspected. The inspection includes measurement of main spindle concentricity, headstock axis straightness to the tailstock, axis alignment to the machine bed, axis perpendicularity to sled latitude, and machine backlash.

After inspection is conducted, it is found that the deviation is approaching the tolerance value. Axis concentricity=0.0198 mm (tolerance=0.02 mm), axis straightness=0.0344 mm (tolerance=0.04 mm), axis allignment=0.0281 mm (tolerance=0.03 mm), axis perpendicularity = 0.0198 mm (tolerance=0.02 mm), and backlash = 0.098 mm (tolerance = 0.02 mm). Even though the deviation is large, the result of the measurement is still inside the limit of tolerance. It is recommended to calibrate the lathe machine because the deviation value is approaching the tolerance value.

**Keyword:** measurement, geometry accuracy, lathe machine

### ABSTRAK

*Mesin bubut di Bengkel Mesin Politeknik Negeri Jakarta sudah berumur kurang lebih 30 tahun. Karena sudah lama, maka sudah saatnya diadakan pengecekan. Pengecekan yang antara lain meliputi, pengukuran kosentrisitas spindle utama, pengukuran kelurusan sumbu headstock terhadap tailstock, pengukuran kesejajaran sumbu terhadap bed mesin, pengukuran ketegaklurusan sumbu terhadap eretan lintang mesin, dan pengukuran backlash mesin.*

*Setelah dilakukan pengukuran didapatkan penyimpangan mendekati nilai toleransi, yaitu pengukuran kosentrisitas sumbu = 0.0198 mm (diizinkan=0.02 mm), kelurusan sumbu = 0.0344 mm (diizinkan = 0.04 mm, kesejajaran sumbu = 0.0281 mm (diizinkan = 0.03 mm), ketegaklurusan sumbu = 0.0198 mm (diizinkan = 0.02 mm), dan pengukuran Backlash = 0.098 mm (diizinkan = 0.02 mm). Meskipun cukup besar, nilai data pengukuran masih dalam batas toleransi. Disarankan, mesin bubut Maximat V13, sebaiknya dikalibrasi, karena nilai penyimpangan yang didapat sudah mendekati nilai penyimpangan yang diizinkan.*

**Kata kunci:** Pengukuran, Ketelitian Geometri, Mesin Perkakas Bubut.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Keandalan sebuah mesin perkakas, khususnya mesin bubut, sangat diperlukan, mengingat benda kerja yang dibuat harus memiliki kualitas dimensi yang baik dan sesuai dengan standar produk yang ditentukan. Keandalan mesin akan menurun jika mesin tersebut sudah dipakai dalam waktu yang cukup lama. Demikian juga dengan mesin bubut yang ada di bengkel mesin.

Mengingat umur mesin bubut yang ada di Bengkel Mesin Politeknik Negeri Jakarta sudah berusia kurang lebih 30 tahun, maka sudah semestinya dilakukan pengecekan.

### Tujuan Penelitian

Mengetahui kosentrisitas spindle utama mesin, kelurusan sumbu *headstock* terhadap *tailstock*.

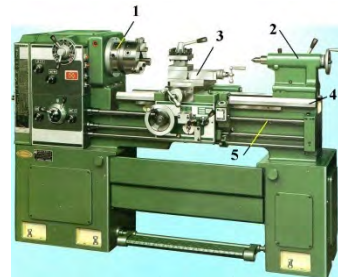
kesejajaran gerakan eretan memanjang terhadap *bed*.

ketegaklurusan sumbu terhadap gerakan eretan lintang mesin, dan jarak *Backlash* pada poros transportir mesin. Sedangkan target yang diharapkan, adalah dapat mengetahui kelayakan kondisi mesin bubut yang ada di bengkel teknik mesin. Jika diketahui, maka tindakan yang akan diambil berikutnya, memperbaiki atau membeli, sudah keputusan yang tepat. Penelitian ini sangat penting dilakukan. Mengingat hampir 50% dari jumlah SKS yang dirancang adalah praktik menggunakan mesin bubut ini. Dan kondisi mesin bubut sudah cukup lama.

### Tinjauan Pustaka

#### Mesin Bubut

Mesin bubut adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan untuk pemotongan benda kerja dengan cara menyayat benda kerja yang berputar, dimana pahat digerakkan secara translasi dan sejajar dengan sumbu mesin



Gambar 1 : Mesin Bubut

#### *Spindel Utama (Main Spindle)*

Spindel berbentuk lubang tirus terdapat di kepala tetap mesin, yang berfungsi untuk dudukan pemasangan cekam (*chuck*)



Gambar 2 : Spindel Utama (*Main Spindel*)

#### *Kepala Lepas (tailstock)*

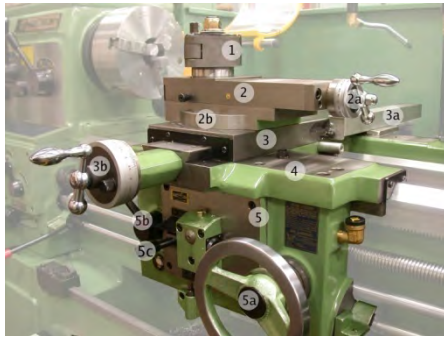
untuk memegang atau mendukung benda kerja dengan bantuan senter (*center*).



Gambar 3 : Kepala Lepas (*Tailstock*)

#### *Eretan (Carriage)*

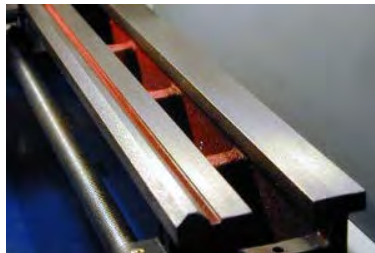
terdiri dari, eretan atas, eretan lintang, dan eretan memanjang. Bagian ini untuk membawa pahat.



Gambar 4: Eretan

**Landasan (Bed)**

Bed adalah bagian untuk mendukung eretan dan kepala lepas, sekaligus rel untuk kedua bagian tersebut.



Gambar 5: Landasan (Bed)

**Ulir Poros Transportir (Lead Screw)**

adalah poros panjang berulir yang terletak di bawah dan sejajar dengan *bed*, digunakan untuk membawa eretan memanjang. Poros ini terhubung dengan eretan memanjang, melalui kontak ulir mur belah dan ulir poros transportir. Kedua ulir ini, terhubung secara halus, karena adanya *backlash*, yaitu kelonggaran celah ulir yang berpasangan yang diizinkan.



Gambar 6: Poros Ulir Transportir

**Perlengkapan Pengukuran**

*Test Bar*, untuk mengukur kesejajaran sumbu mesin.

Gambar 7. *Test Bar*

*Dial Indikator*, untuk mengukur besaran nilai pengukuran.



Gambar 8. Dial Indikator

*Spirit Level*, untuk mengukur kedataran konstruksi mesin bubut terhadap bumi.



Gambar 9. Spirit Level

*Dead Centre*, untuk mendukung *test bar*.



Gambar 10. Dead Centre

*Face Plate*, untuk mengukur ketegaklurusan gerakan eretan lintang terhadap sumbu mesin.



Gambar 11. Face Plate

**Pengujian Data dengan Metoda Statistik.**

Tujuan dilakukan pengujian ini agar data atau hasil penelitian dapat diterima atau layak

### Data dan Metoda Pengumpulannya

Data adalah sesuatu yang diketahui atau dianggap (Supranto, 1989:1) Data dapat dibagi dalam beberapa jenis, antara lain menurut sifatnya, yaitu kualitatif (data yang tidak berbentuk angka), dan data kuantitatif (data yang berbentuk angka). Sedangkan menurut cara perolehannya, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri, sedangkan sekunder adalah data yang telah diolah oleh pihak lain.

Metoda pengumpulan data, terbagi atas 3 (tiga) yaitu, dengan jalan mencatat seluruh elemen (disebut populasi), dengan jalan mencatat sebagian kecil (sampel) dari populasi, dan dengan jalan mengambil beberapa elemen dan sering tidak jelas populasinya kemudian setiap elemen diselidiki secara mendalam (studi kasus). Dari ketiga cara pengumpulan data tersebut, metoda yang paling mendekati ialah metoda kedua, yaitu metoda sampling.

### Pengujian Data

Pengujian ini digunakan untuk menguji apakah jumlah sampel yang diukur telah mencukupi, yaitu telah menunjukkan keseragaman serta kecukupan data pengukuran.

Parameter yang penting untuk mencerminkan karakter populasi ialah dengan standar deviasi ( $\sigma$ ) dan harga rata-rata ( $\bar{X}$ ). Jika dari hasil pengukuran, telah diambil jumlah data sejumlah N, maka dapat dihitung sebagai berikut;

$$\text{Harga rata-rata } (\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$\text{Standar Deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}}$$

### Pengujian Kecukupan Data

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai N' dengan jumlah pengukuran (N). Perhitungan N' bergantung pada tingkat kepercayaan dan

tingkat ketelitian yang diinginkan. Misalnya tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Artinya diperbolehkan rata-rata pengukuran menyimpang 5% dari rata-rata sesungguhnya, dan kemungkinan berhasil mendapatkan hasil ini adalah 95%. Dari data yang didapat, maka jumlah data yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus (Ralph M. Barnes, 1980:274)

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{NEX^2 - (EX)^2}}{EX} \right]^2$$

dimana,

N' = jumlah pengukuran yang dibutuhkan

N = jumlah pengukuran yang telah dilakukan

X = hasil pengukuran

Bila N' < N maka data telah cukup mewakili pengukuran, sebaliknya maka data masih kurang, perlu penambahan data.

### Pengujian Keseragaman Data

Data-data yang telah memenuhi jumlah pengukuran, maka kemudian diuji keseragamannya dengan menggunakan peta kendali (X-chart) yang merupakan alat yang baik untuk menguji keabsahan data yang diamati, yang kemudian diolah.

Peta kendali akan menyatakan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) dari pengukuran. Masing-masing batas control sesuai rumus, yaitu

$$\text{BKA} = \bar{X} + 1.96\sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 1.96\sigma$$

dimana,

$\bar{X}$  = harga rata-rata pengukuran

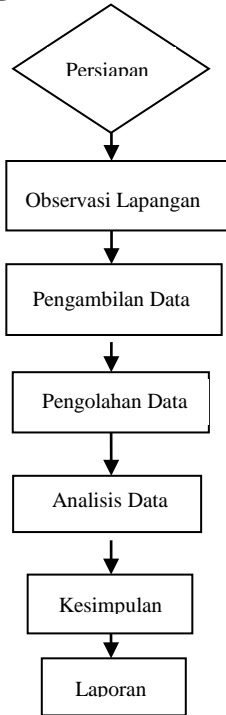
$\sigma$  = standar deviasi pengukuran



Gambar 12: Peta Kendali (X-chart)

**METODE PENELITIAN**

**Diagram Alir**



Gambar 13 : Diagram Alir (Flow Chart)

**Pengambilan dan Pengolahan Data**

*Pengukuran Kosentrisitas Spindel Utama.*

Penyimpangan pada bagian ini benda kerja menjadi lonjong, atau oval. Penyebab utamanya, adalah bearing sudah aus. Penyimpangan yang diizinkan adalah 0.02 mm

Cara melakukan pengukuran

1. Leveling mesin
2. Bersihkan ujung *nose* spindle dari kotoran debu.
3. Letakan Dial Indikator di atas *Bed* mesin dan Ujung Sensor Dial ditempelkan di luar permukaan *spindle* (*nose*). Lihat gambar 14.
4. Sentuhkan ujung sensor (peraba), dan atur posisi skala dial indikator di nol.
5. Putar *spindle* secara manual sebanyak satu putaran.
6. Catat hasil pengukuran

*Posisi Dial dan Hasil Pengukuran*



Gambar 14: Posisi Dial Indikator Untuk Pengukuran Kosentrisitas Spindel

Tabel 1: Hasil Pengukuran Kosentrisitas Sumbu Utama Mesin (*Main Spindel*)

Pengukuran Ke (N)	X (hasil pengukuran dalam mm)	X <sup>2</sup>	X- $\bar{X}$	(X- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	0,019	0,000361	-0,0008	0,000000640
2	0,021	0,000441	0,0012	0,000001440
3	0,019	0,000361	-0,0008	0,000000640
4	0,02	0,0004	0,0002	0,000000040
5	0,021	0,000441	0,0012	0,000001440
6	0,019	0,000361	-0,0008	0,000000640
7	0,02	0,0004	0,0002	0,000000040
8	0,018	0,000324	-0,0018	0,000003240
9	0,021	0,000441	0,0012	0,000001440
10	0,02	0,0004	0,0002	0,000000040
$\Sigma X = 0,198$		$\left(\frac{\Sigma X}{N}\right) = 0,0198$		$\Sigma(X-\bar{X})^2 = 0,00000096$
		$\bar{X} = 0,0198$		$\Sigma(X-\bar{X})^2 = 0,00000096$

*Pengujian Kecukupan Data*

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10 \cdot 0,003991 - 0,039204}}{0,198} \right]^2 = 3,92$$

Karena  $N' < N$ , maka jumlah  $N=10$  dinyatakan mencukupi *Pengujian Keseragaman Data*

Nilai Rata-Rata Pengukuran ( $\bar{X}$ ) =  $\frac{\Sigma_{i=1}^N X_i}{N}$

$$= \frac{0,198}{10} = 0,0198$$

Standar Deviasi ( $\sigma$ ) =  $\sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{N}}$

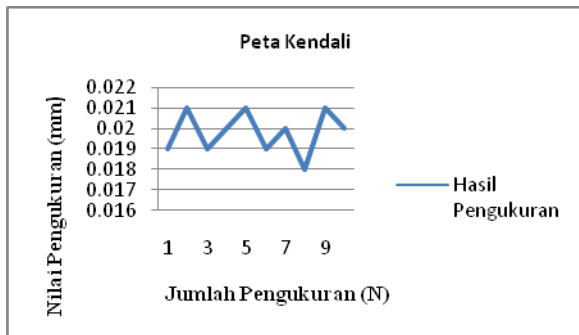
$$= \sqrt{\frac{0,00000096}{10}} = 0,003$$

$BKA = \bar{X} + 1,96 \sigma$

$$= 0,0198 + 1,96 \cdot 0,003 = 0,026$$

$$BKB = \bar{X} - 1.96 \sigma$$

$$= 0.0198 - 1.96 \cdot 0.003 = 0.014$$



Grafik 1 : Distribusi Nilai Pengukuran Kosentrisitas Main Spindel

Memperhatikan nilai-nilai pengukuran tabel 1, tidak terdapat nilai pengukuran yang keluar dari BKA, maupun BKB Dengan demikian, nilai rata-rata pengukuran.

$$(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$= \frac{0.198}{10} = 0.0198, \text{ dapat diterima.}$$

Perbandingan Hasil Pengukuran Kosentrisitas Sumbu dan Kesimpulan

Hasil Pengukuran/Rata-Rata (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Kesimpulan
0.0198	0.0200	Hasil pengukuran di bawah nilai penyimpangan yang diizinkan, yaitu sebesar 0.0198 (mm). Artinya kosentrisitas spindel headstock dengan tailstock, masih baik.

-Pengukuran Kelurusan Sumbu Headstock Terhadap Tailstock. Sebagaimana diketahui penyimpangan kelurusan sumbu ini, dapat mengakibatkan benda kerja / poros yang dibubut menjadi tirus, dimana ukuran diameter kedua ujung poros, tidak sama.

Penyimpangan kelurusan ini menurut referensi, diizinkan 0.0400 (mm), pada bagian panjang pengukuran 300 (mm)



Gambar 15 : Posisi Dial Indikator Untuk Pengukuran Kelurusan Spindel

Cara melakukan pengukuran

1. Leveling mesin.
2. Pasang Test Bar dengan menggunakan dua buah senter kepala tetap dan kepala lepas.
3. Siapkan dan pasang Dial Indikator di atas eretan melintang. Lihat gambar 15
4. Gerakan dial kearah memanjang, sampai batas panjang 300 (mm).
5. Catat hasil yang ditunjukkan oleh dial.

Tabel 2: Hasil Pengukuran Kelurusan Sumbu Headstock Terhadap Sumbu Tailstock

Pengukuran Ke (N)	X (hasil pengukuran) dalam mm	X <sup>2</sup>	X - $\bar{X}$	(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	0,032	0,001024	-0,0024	0,000005
2	0,032	0,001024	-0,0024	0,000005
3	0,036	0,001296	0,0016	0,000002
4	0,036	0,001296	0,0016	0,000002
5	0,038	0,001444	0,0036	0,000012
6	0,03	0,0009	-0,0044	0,000019
7	0,032	0,001024	-0,0024	0,000005
8	0,034	0,001156	-0,0004	0,000000
9	0,04	0,0016	0,0056	0,000031
10	0,034	0,001156	-0,0004	0,000000
<b>ΣX = 0,344</b>	<b>(ΣX<sup>2</sup>) = 0,01192</b>			<b>Σ(X - <math>\bar{X}</math>)<sup>2</sup> = 0,000086</b>
		<b>192</b>		<b>4</b>
		<b><math>\bar{X} = 0,0344</math></b>		
	<b>ΣX<sup>2</sup> = 0,118</b>			
	<b>336</b>			

Pengujian Kecukupan Data

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10 \times 0.01192 - 0.118336}}{0.344} \right]^2 = 9.9$$

Karena  $N' < N$ , maka jumlah  $N=10$  dinyatakan mencukupi

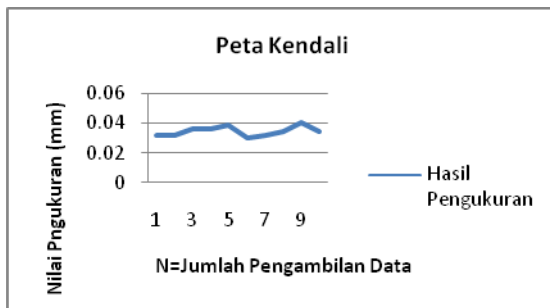
Pengujian Keseragaman Data

Nilai Rata-Rata Pengukuran ( $\bar{X}$ ) =  $\frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$   
 =  $\frac{0.344}{10} = 0.0344$

Standar Deviasi ( $\sigma$ ) =  $\sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N}}$   
 =  $\sqrt{\frac{0.0000264}{10}} = 0.0029$

BKA =  $\bar{X} + 1.96 \sigma$   
 =  $0.0344 + 1.96 \cdot 0.0029 = 0.040084$

BKB =  $\bar{X} - 1.96 \sigma$   
 =  $0.0344 - 1.96 \cdot 0.0029 = 0.028716$



Grafik 2 : Distribusi Nilai Pengukuran Kelurusan Spindel

Memperhatikan nilai-nilai pengukuran tabel 2, tidak terlihat nilai pengukuran yang keluar dari BKA, maupun BKB

Dengan demikian, nilai rata-rata pengukuran.

$(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$   
 =  $\frac{0.344}{10} = 0.0344$ , dapat diterima.

Perbandingan Hasil Pengukuran Kelurusan dan Kesimpulan

Hasil Pengukuran (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Kesimpulan
0.0344	0.0400	Data yang didapat, sangat baik, yaitu 0.0344 (mm), dibawah nilai toleransi yang ditetapkan (0.0400 mm). Kesimpulan, kedudukan spindel mesin (Headstock dan Tailstock), masih lurus.

-Pengukuran Kesejajaran Sumbu Terhadap Bed. Penyimpangan kesejajaran ini, dapat mengakibatkan benda kerja / poros, menjadi tirus memanjang.

Penyimpangan kesejajaran ini menurut referensi, diizinkan 0.03 (mm), pada bagian panjang pengukuran 300 (mm)



Gambar 16 : Posisi Dial Indikator Untuk Pengukuran Kesejajaran Sumbu Terhadap Bed

Cara melakukan pengukuran

1. Leveling mesin.
2. Menggunakan Test Bar, yang dipasangkan dengan baik di kedua ujung spindle. Lihat gambar 16
3. Siapkan dan pasang Dial Indikator di atas eretan memanjang. Lihat gambar 16
4. Geser Dial dengan eretan memanjang, sampai batas panjang 300 (mm).
5. Catat hasil yang ditunjukkan oleh dial.

Tabel 3: Hasil Pengukuran Kesejajaran Sumbu Dengan Bed Mesin

Pengukuran Ke (N)	X (hasil pengukuran) dalam mm	$\bar{X}$	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^2$	
1	0.028	0.000784	-0.0001	0.00000001	
2	0.028	0.000784	-0.0001	0.00000001	
3	0.03	0.0009	0.0019	0.00000361	
4	0.031	0.000961	0.0029	0.00000841	
5	0.027	0.000729	-0.0011	0.00000121	
6	0.026	0.000676	-0.0021	0.00000441	
7	0.026	0.000676	-0.0021	0.00000441	
8	0.03	0.0009	0.0019	0.00000361	
9	0.027	0.000729	-0.0011	0.00000121	
10	0.028	0.000784	-0.0001	0.00000001	
$\sum X = 0,281$		$(\sum \bar{X}^2) = 0,007923$	$\sum (X-\bar{X})^2 = 0,0000269$		
$\bar{X} = 0,0281$		$(\sum \bar{X})^2 = 0,078961$			

*Pengujian Kecukupan Data*

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10 \times 0,007923 - 0,078961}}{0,281} \right]^2 = 5.5$$

Karena  $N' < N$ , maka jumlah  $N=10$  dinyatakan mencukupi

*Pengujian Keseragaman Data*

Nilai Rata-Rata Pengukuran ( $\bar{X}$ ) =  $\frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$

$$= \frac{0,281}{10} = 0,0281$$

Standar Deviasi ( $\sigma$ ) =  $\sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})^2}{N}}$

$$= \sqrt{\frac{0,0000269}{10}} = 0,0052$$

BKA =  $\bar{X} + 1.96 \sigma$

$$= 0,0281 + 1.96 \times 0,0052 = 0,03827$$

BKB =  $\bar{X} - 1.96 \sigma$

$$= 0,0281 - 1.96 \times 0,0052 = 0,01793$$

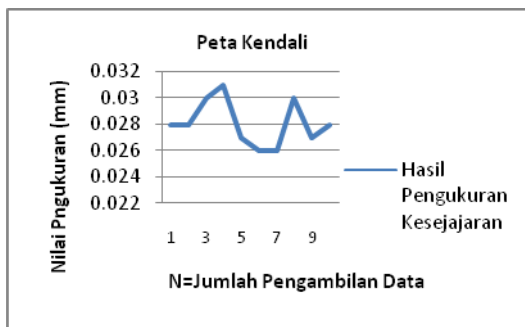
Memperhatikan nilai-nilai pengukuran tabel 3, tidak terlihat nilai pengukuran yang keluar dari BKA, maupun BKB. Dengan demikian, nilai rata-rata pengukuran,

$$(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$= \frac{0,281}{10} = 0,0281, \text{ dapat diterima.}$$

**Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kesimpulan**

Hasil Pengukuran (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Kesimpulan
0.0281	0.030	Penyimpangan masih dalam batas yang diizinkan, yaitu 0,0281 (mm), walau demikian sudah mendekati batas maksimum yang diizinkan, yaitu 0.03 (mm). Kesimpulan, kesejajaran sumbu dengan bed mesin, masih dalam kondisi baik.



Grafik 3 : Distribusi Nilai Pengukuran Kesejajaran Sumbu Terhadap Bed

*-Pengukuran Ketegaklurusan Sumbu Terhadap Eretan Lintang.* Penyimpangan bagian ini dapat mengakibatkan permukaan ujung benda kerja tirus. Besar penyimpangan yang diizinkan adalah 0.02 (mm).





Gambar 17 : Posisi Dial Indikator Untuk Pengukuran Ketegaklurusan Sumbu Terhadap Eretan Lintang

Cara melakukan pengukuran

1. Leveling mesin.
2. Pasang Faceplate, dan letakan Dial Indikator tegak lurus di permukaan Faceplate, seperti gambar 17
3. Geser Dial dengan eretan melintang.
4. Catat hasil yang ditunjukkan oleh dial.

Tabel 4: Hasil Pengukuran Ketegaklurusan Sumbu Dengan Eretan Lintang.

Pengukuran Ke (N)	X (hasil pengukuran) dalam mm	X <sup>2</sup>	X- $\bar{X}$	(X- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	0,018	0,000324	-0,0018	0,00000324
2	0,018	0,000324	-0,0018	0,00000324
3	0,02	0,0004	0,0002	0,00000004
4	0,021	0,000441	0,0012	0,00000144
5	0,022	0,000484	0,0022	0,00000484
6	0,019	0,000361	-0,0008	0,00000064
7	0,018	0,000324	-0,0018	0,00000324
8	0,02	0,0004	0,0002	0,00000004
9	0,02	0,0004	0,0002	0,00000004
10	0,022	0,000484	0,0022	0,00000484
$\sum X = 0,198$		$(\sum X^2) = 0,003942$		$\sum(X-\bar{X})^2 = 0,00002160$
$\bar{X} = 0,0198$				
		$(\sum X)^2 = 0,039204$		

*Pengujian Kecukupan Data*

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10 \times 0,003942 - 0,039204}}{0,198} \right]^2 = 8.8$$

Karena  $N' < N$ , maka jumlah  $N=10$  dinyatakan mencukupi

*Pengujian Keseragaman Data*

Nilai Rata-Rata Pengukuran ( $\bar{X}$ ) =  $\frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$

$$= \frac{0,198}{10} = 0,0198$$

Standar Deviasi ( $\sigma$ ) =  $\sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N}}$

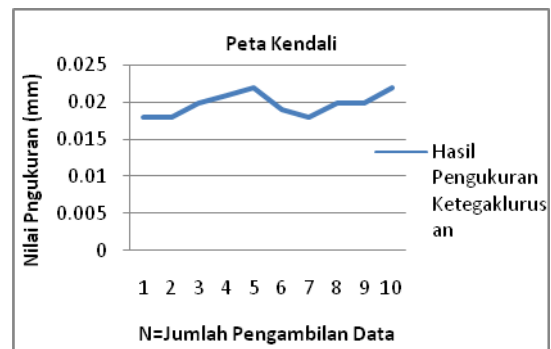
$$= \sqrt{\frac{0,00002160}{10}} = 0,004647$$

BKA =  $\bar{X} + 1,96 \sigma$

$$= 0,0198 + 1,96 \times 0,004647 = 0,03721$$

BKB =  $\bar{X} - 1,96 \sigma$

$$= 0,0198 - 1,96 \times 0,004647 = 0,01899$$



Grafik 4 : Distribusi Nilai Pengukuran Ketegaklurusan Sumbu Terhadap Eretan Lintang

Memperhatikan nilai-nilai pengukuran tabel 4, tidak terlihat nilai pengukuran yang keluar dari BKA, maupun BKB.

Dengan demikian, nilai rata-rata pengukuran,

$$(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$= \frac{0.198}{10} = 0.0198, \text{ dapat diterima.}$$

### Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kesimpulan

Hasil Pengukuran (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Kesimpulan
0.0198	0.020	Penyimpangan masih dalam batas yang diizinkan, yaitu 0,0198 (mm), walau demikian sudah mendekati batas maksimum yang diizinkan, yaitu 0.02 (mm). Kesimpulan, ketegaklurusan sumbu terhadap eretan lintang mesin, masih dalam kondisi baik.

### -Pengecekan Backlash Ulir Transportir Mesin.

Manfaat *backlash* pada ulir transportir agar gerakan ulir halus. Jarak *backlash* antara ulir yang berpasangan, yang diizinkan 0.02mm. Jika terlalu besar, maka akan terjadi gerakan tunda, antara putaran handel eretan, dengan gerakan eretan itu sendiri, sehingga pada saat membubut ulir, akan terdapat dua alur yang berbeda. Jika terlalu kecil/sempit, maka handel pemutar ulir, jadi berat.



Gambar 18: Baut Penyetel *Backlash*

Setelah dicek, ternyata poros transportir goyang. Goyangannya searah atau sejajar poros transportir, dan telah mencapai 0.098

mm. Jarak *Backlash* kemudian disetel, yaitu 0,02 mm. Cara menyetel, seperti ditunjukkan gambar 19. Baut pengunci dilonggarkan, kemudian mur diputar searah jarum jam. Setelah itu baut pengunci dikencangkan kembali.



Gambar 19: Penyetelan *Backlash*

## HASIL DAN PEMBAHASAN Pengukuran Kosentrisitas Spindel Utama.

Hasil Pengukuran/Rata-Rata (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Pembahasan
0.0198	0.0200	Hasil pengukuran 0.0198 mendekati nilai penyimpangan yang diizinkan, yaitu sebesar 0.0200, ini artinya kondisi mesin telah mulai memerlukan penanganan perawatan. Karena hanya beberapa mikron lagi, akan mencapai 0.0200, artinya kosentrisitas main spindel sudah tidak layak lagi digunakan.

## Pengukuran Kelurusan Sumbu Headstock dengan Tailstock.

Hasil Pengukuran (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Pembahasan
0.0344	0.0400	Hampir sama dengan penyimpangan kosentrisitas. Penyimpangan kelurusan sumbu 0.0344 sudah mendekati nilai yang diizinkan, yaitu 0.0400. Kelurusan sumbu Headstock dengan Tailstock, perlu kalibrasi, yaitu dengan menyetel baut-baut penyetel pada Tailstock.

### Pengukuran Kesejajaran Sumbu Terhadap Bed.

Hasil Pengukuran (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Pembahasan
0.0281	0.030	Kesejajaran sumbu adalah permasalahan ketinggian sumbu terhadap bed mesin. Penyimpangan sebesar 0.0281, menunjukkan bahwa ketinggian sumbu terhadap bed, sudah mengalami perubahan. Kalibrasi atas penyimpangan kesejajaran sumbu terhadap bed ini, sangat sulit. Bednya harus digerinda. Namun karena mesin tidak dipakai untuk produksi, maka penyimpangan sebesar itu masih dapat dikatakan aman, karena masih di bawah penyimpangan yang diizinkan, yaitu sebesar 0.0300. Selain itu penyimpangan yang disebabkan oleh ketidaksejajaran sumbu terhadap bed, ialah dengan proses gerinda silindris.

### Pengukuran Ketegaklurusan Sumbu Terhadap Eretan Lintang.

Hasil Pengukuran (mm)	Penyimpangan yang diizinkan/referensi (mm)	Pembahasan
0.0198	0.020	Penyimpangan pada bagian ketegaklurusan sumbu terhadap eretan lintang, sebesar 0.0198, juga sudah mendekati nilai penyimpangan yang diizinkan yaitu 0.020. Masih aman karena ada dalam batas toleransi yang diizinkan.

### Pengecekan Backlash Ulir Transportir Mesin.

Jarak backlash yang didapatkan cukup besar, adalah faktor longgarnya baut setelah backlash. Penyimpangan ini karena getaran mesin, dan geseran eretan yang sering berulang. Penyimpangan backlash menyebabkan getaran mesin lebih kasar, selain gerakan tunda yang terjadi pada proses bubut memanjang atau pada pembuatan ulir. Perbaikannya adalah dengan menyetel kembali baut setelah backlash yaitu 0,02 mm.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Kosentrisitas spindel utama mesin, sudah menyimpang, sebesar 0.0198 mm. Dibanding nilai yang diizinkan yaitu 0.0200 mm. Nilai 0.0198 mm sudah mendekati batas toleransi. Artinya, bagian ini agar segera dikalibrasi, meskipun secara geometris, keadaan ini masih diperbolehkan.
2. Kelurusan sumbu *headstock* terhadap *tailstock*, masih cukup baik, terlihat dari nilai penyimpangannya 0.0344 mm, masih di bawah nilai yang diizinkan yakni 0.0400 mm.
3. Kesejajaran sumbu terhadap *bed*, juga menunjukkan kondisi masih cukup baik, terlihat dari nilai penyimpangan yang didapat 0.0281 mm, dibawah nilai yang diizinkan yaitu 0.030 mm.
4. Ketegaklurusan sumbu terhadap eretan lintang, masih menunjukkan nilai aman, yaitu 0.0198 mm. Nilai yang diizinkan adalah 0.020 mm.
5. Backlash ulir transportir, mengalami perubahan, dan sudah disetel sesuai yang diizinkan, yaitu 0.02 mm.
6. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa Mesin Bubut Maximat V13, walaupun sudah umur, masih layak dipakai. Namun sudah saatnya melakukan kalibrasi, karena nilai-nilai penyimpangannya yang didapat, sudah mendekati nilai penyimpangan yang diizinkan.

### Kesimpulan

Untuk hasil lebih baik (presisi) sebaiknya menggunakan alat ukur yang modern dan sangat akurat.

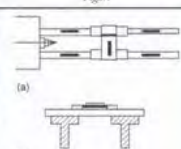
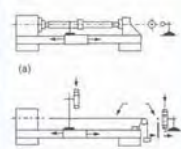
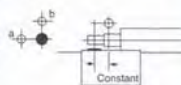
## DAFTAR PUSTAKA

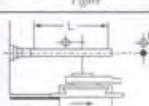
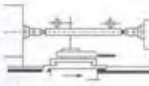
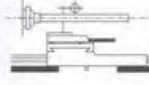
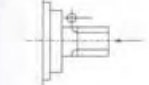
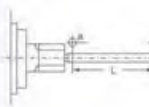
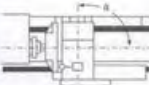
- [1] Bagiasna, Komang, 1999, Pengetesan Kondisi dan Ketelitian Mesin Perkakas, Bandung : ITB.
- [2] Doebelin, Ernest O, 1993, Measurement System Application and Design, 2<sup>nd</sup> edition, New York, McGraw-Hill Company.
- [3] International Standard Organization, 1987, Standard Hand Book 5, 2<sup>nd</sup> edition, ISBN 92-67-101334, Switzerland.
- [4] Jhoshi, PH, 2007, Machine Tools Handbook, New York, McGraw – Hill Profesional
- [5] Schlesinger George, 1986, Testing Machine Tools, Perganon Press.
- [6] Trapet Eugen, 1990, Geometrical and Kinematical Measurement on Machine Tools And Coordinate Measuring Machines, KIM-LIPI.
- [7] Barnes, Ralph M, Motion and Study Design and
- [8] Measurement of Work, 7 edition, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1980
- [9] Dajan Anto, Pengantar Metoda Statistik Jilid 2, LP3ES, Jakarta, 1986

## LAMPIRAN

### 5.3.1 Alignment Testing of Lathe

Table 5.1 Specifications of alignment testing of lathe

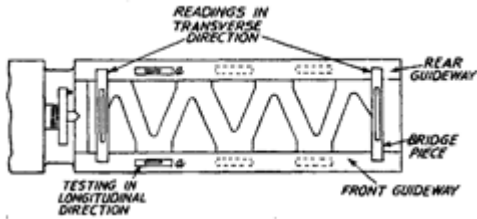
Sl. No.	Test Item	Figure	Measuring Instruments	Permissible Error (mm)
1.	Leveling of machines (Straightness of sideways—carriage) (a) Longitudinal direction—straightness of sideways in vertical plane (b) In transverse direction		Precision level or any other optical instruments	0.01 to 0.02
2.	Straightness of carriage movement in horizontal plane or possibly in a plane defined by the axis of centers and tool point (Whenever test (b) is carried out, test (a) is not necessary)		Dial gauge and test mandrel or straight edges with parallel faces, between centers	0.015 to 0.02
3.	Parallelism of tailstock movement to the carriage movement (a) In horizontal plane, and (b) in vertical plane		Dial gauge	0.02 to 0.04

Sl. No.	Test Item	Figure	Measuring Instruments	Permissible Error (mm)
4.	Parallelism of spindle axis to the carriage movement (a) in horizontal plane, and (b) in vertical plane		Dial gauge and test mandrel	0.05 to 0.02
5.	Difference in the height between headstock and tailstock		Dial gauge and test mandrel	0.03
6.	Parallelism of longitudinal movement of tool slide to the spindle axis		Dial gauge and test mandrel	0.04/300 free, end of the mandrel inclined up 0.03
7.	Run-out of spindle nose—centering sleeve or cone		Dial gauge	0.01
8.	True running of the taper bore of the spindle (a) near to the spindle nose, and (b) at a distance L		Dial gauge and test mandrel	a) 0.01 b) 0.02 for L = 300
9.	Squareness of the transverse movement of the cross-slide to the spindle axis		Dial gauge and flat ground disc or straight edge	0.02

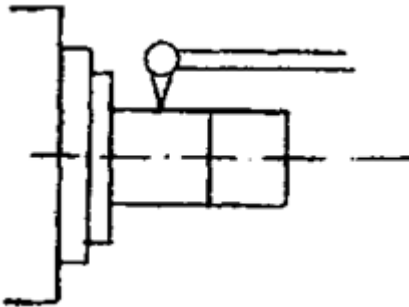
6-4 Test Chart for Finish Turning Lathes up to 400 mm Height of

Test to be applied		Permissible Error, mm
Bed	Bed straight in long. direction; apron side (convex only), Fig.23-1(a)	0 to 0.02 per 1000 mm
	Bed straight in long. direction; opposite side (concave only), Fig.23-1(b)	0.02 per 1000 mm
	Bed level in transverse direction; Fig.23-1(c)	± 0.02 per 1000 mm
	Straightness of slide ways; Fig.23-2	0.02 per 1000 mm
	Tailstock guideways parallel with movement of carriage, Fig.23-3	0.02 per 1000 mm
Work Spindle	Center point for true running, Fig.23-4	0.01
	Centering sleeve for true running, Fig.23-5	0.01
	Work spindle for axial slip, measured at two points, displaced by 180°, Fig.23-6	0.01
	Taper of work spindle runs true, Fig.23-7 1) Nearest spindle nose 2) At a distance of 300 mm	0.01 0.03
	Work spindle parallel with bed in vertical plane (rising towards the free end of mandrel only), Fig.23-8(a)	0 to 0.02 per 300 mm
Carriage	Work spindle parallel with bed in horizontal plane (free end of mandrel inclined towards the direction of tool pressure), Fig.23-8(b)	0 to 0.02 per 300 mm
	Movement of upper slide parallel with work spindle in vertical plane (hand feed) When automatic feed is provided: in vertical plane in horizontal plane; Fig.23-9	0.03 per 150 mm 0.03 per 300 mm 0.02 per 300 mm
Tailstock	Tailstock sleeve parallel with bed in vertical plane (front end rising), Fig.23-10(a)	0 to 0.02 per 100 mm
	Tailstock sleeve parallel with bed in horizontal plane (front end inclined towards the direction of tool pressure), Fig.23-10(b)	0 to 0.01 per 100 mm
	Cone of sleeve parallel with bed in vertical plane (free end of mandrel rising), Fig.23-11(a)	0 to 0.03 per 300 mm
	Cone of sleeve parallel with bed in horizontal plane (free end of mandrel inclined towards the direction of tool pressure), Fig.23-11(b)	0 to 0.02 per 300 mm
Lead Screw	Axis of centers, mandrel between centers parallel with bed in vertical plane and mandrel rising towards tailstock end, Fig.23-12	0 to 0.02
	Lead screw for axial slip, Fig.23-13	0.01
	Lead screw bearing aligned with each other in vertical plane (positions II and III), Fig.23-14(a)	0.1
	Lead screw bearing aligned with each other in hor. plane (positions II and III), Fig.23-14(b)	0.1
	Lead screw aligned with half nut in vertical plane, measurements taken with closed half nut, carriage in middle position, position I serving as starting point, Fig.23-14(a)	0.15
Working Accuracy	Lead screw aligned with half nut in horizontal plane, measurements taken with closed half nut, carriage in middle position, position I serving as starting point, Fig.23-14(b)	0.15
	Lathe turns round within	0.01
	Lathe turn cylindrically: a) work between centers within b) work held in chuck within	0.02 per 300 mm 0.02 per 300 mm
	Lathes faces hollow or concave only within; Fig.23-15	0 to 0.02 per 300 mm in dia.
	Thread cut on 50 mm length	± 0.02 per 50 mm
Accuracy in pitch of lead screw is assured within	0.03 per 300 mm	

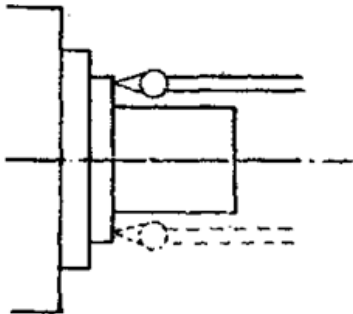
Lampiran 3 : Posisi-Posisi Pengukuran  
**Levelling of the Machine.**



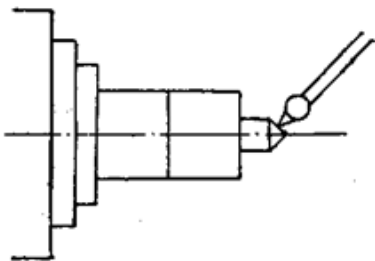
**True Running of Locating Cylinder of Main Spindle.**



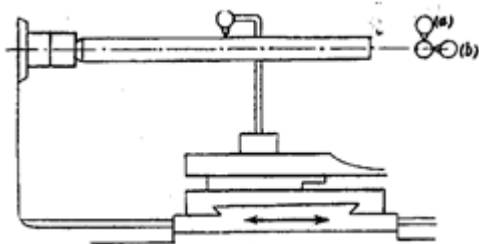
**Axial Slip of Main Spindle and True Running of Shoulder Face of Spindle Nose.**



**True Running of Headstock Centre.**



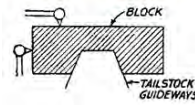
**Parallelism of the Main Spindle to Saddle Movement.**



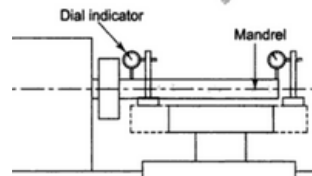
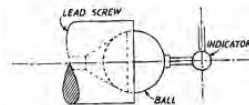
**True running of taper socket in main spindle.**



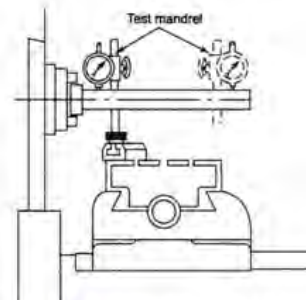
**Parallelism of tailstock guideways with the movement of carriage.**



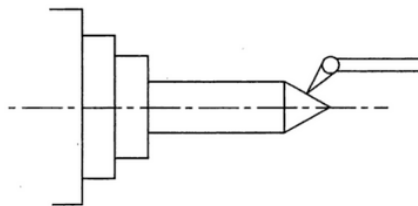
**Axial slip of lead screw.**



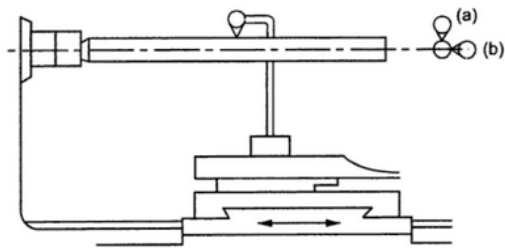
**Fig. 12.2** Test setup for true running of the spindle of a lathe



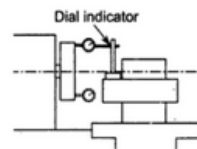
**Fig. 12.3** Test setup for true running of the spindle of a milling machine



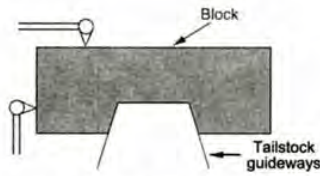
**Fig. 8.4** True running of Headstock center



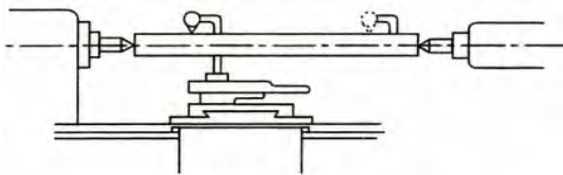
**Fig. 8.5** Parallelism of spindle with saddle movement



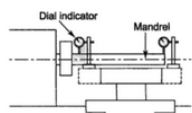
**Fig. 12.5** Test setup for the squareness of the face shoulder in a lathe



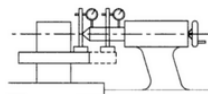
**Fig. 8.6** Parallelism of Tailstock guideways with movement carriage



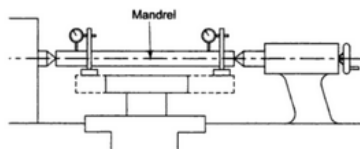
**Fig. 8.7** Alignment of centers



**Fig. 12.7** Test setup for parallelism between the spindle axis and the slideways in a lathe



**Fig. 12.8** Test setup for the parallelism of the tail stock sleeve



**Fig. 12.9** Test setup for the parallelism of the line of centres in a lathe