

# Geometric Accuracy Tests of Reconditioned Turning Machine and Its Effect on the Accuracy of the Finished Workpieces

Rusnaldy<sup>1,\*</sup>, S. A. Widyanto<sup>1</sup>, Paryanto<sup>1</sup> dan Z. S. Azmy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin, Universitas Diponegoro - Semarang

\*Corresponding author: rusnaldy@undip.ac.id

**Abstract.** Old turning machines lead to increasing maintenance cost and a drop in performance. Reconditioning the old machine provides almost original performance and is much faster and cost effective instead of buying a new machine. This paper presents the results of the geometric accuracy tests of reconditioned machine tool. The purpose of these tests is to determine the accuracy of shapes, mutual positions and motions of the functional parts which can influence the working precision. The other test that was also carried out is working accuracy of the reconditioned turning machine, i.e. the accuracy of the finished workpieces. In order to investigate the working accuracy, turning experiments have been performed. The St 40 steel bar with 40 mm diameter and 400 mm length was used as workpiece in these experiments using reconditioned turning machine within the factors of cutting speed (110 m/min), feed rate (1.1 mm/rev), depth of cut (0.5 mm) actual final cutting diameter (36 mm) and actual final cutting length (300 mm). The results show that reconditioned turning machine has a significant influence on the dimensional accuracy.

**Abstrak.** Mesin bubut yang sudah tua biasanya membutuhkan biaya perawatan yang tinggi dan performannya menurun. Proses rekondisi adalah salah satu cara pengganti pengadaan mesin yang baru agar mesin yang tua memiliki performan yang sama saat masih baru dan cara ini lebih cepat dan cukup efektif dalam menekan biaya. Pada makalah ini akan disajikan pengukuran geometrik mesin bubut yang telah mengalami proses rekondisi. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk melihat tingkat keakuratan bentuk, posisi dan pergerakan komponen-komponennya yang dapat mempengaruhi kepresisian dan keakuratan dimensi produk yang akan dihasilkan. Disamping itu, pengujian lain juga dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan dimensi produk yang dihasilkan oleh mesin bubut yang telah mengalami proses rekondisi. Untuk hal ini, maka percobaan proses bubut dilakukan pada baja St. 40 berbentuk silindris dengan diameter 40 mm dan panjang 400 mm. Parameter proses permesinan yang digunakan adalah kecepatan potong (110 m/menit), laju pemakanan (1,1 mm/rev), kedalaman potong (0,5 mm), diameter akhir benda kerja (36 mm) dan panjang akhir benda kerja (300 mm). Dari hasil yang didapat, terlihat bahwa mesin yang telah mengalami proses rekondisi memiliki tingkat keakuratan dimensi yang baik pada produk bubut yang telah dilakukan.

**Keywords:** Mesin Bubut, Rekondisi, Pengukuran Geometrik, Keakuratan Dimensi

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Proses bubut adalah salah satu proses permesinan yang paling banyak digunakan untuk membuat komponen dari logam. Pada saat proses pembubutan berlangsung terdapat gerakan rotasi benda kerja yang dicengkam dan gerakan translasi dari pahat untuk proses pemakanan (feeding). Salah satu yang mempengaruhi kualitas dimensi dan kehalusan permukaan produk hasil bubut adalah gerakan benda kerja dan pahat yang menghasilkan gerak potong serta gerakan translasi pahat yang sejajar dengan sumbu putar benda kerja yang menghasilkan gerak pemakanan [1]. Mesin bubut yang telah lama dipakai akan mengalami keausan pada berbagai komponennya, sehingga pergerakan rotasi dan translasi yang terjadi dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan geometrik. Hal ini dapat

berakibat pada terjadinya penyimpangan pada dimensi benda kerja yang dihasilkan atau besarnya kekasaran permukaan yang dihasilkan. Selain itu usia mesin bubut yang telah lama juga dapat mempengaruhi kualitas dimensi benda kerja yang disebabkan karena adanya getaran yang dihasilkan saat mesin bubut beroperasi, yang juga dapat mengakibatkan berubahnya dimensi benda kerja yang dibubut [2,3]. Tingkat keakuratan dimensi produk yang dihasilkan tidak akan pernah lebih baik bila keakuratan dimensi dari komponen-komponen mesin tersebut tidaklah baik [4]. Besarnya penyimpangan geometrik yang terjadi pada mesin bubut perlu diukur, terutama setelah mesin bubut mengalami keausan di berbagai komponennya serta telah dilakukan rekondisi.

Beberapa peneliti sebelumnya pernah melakukan pengukuran atau pengujian geometrik mesin bubut untuk melihat pengaruhnya terhadap ketelitian dimensi produk yang mereka hasilkan. Pengukuran geometrik mesin bubut pernah dilakukan oleh Runtu dkk pada tahun 2014 [5]. Pengukuran dilakukan berdasarkan standar ISO 1708. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin bubut yang digunakan memiliki kemampuan dan keandalan dalam menghasilkan produk dengan ketelitian dan keandalan tinggi. Sutowo dkk mencoba melakukan pengujian ketelitian geometrik pada mesin perkakas, yakni ketelitian perpindahan komponen utama mesin perkakas dan pengaruhnya terhadap ketelitian ukuran benda kerja yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin perkakas sudah tidak layak digunakan, dimana penyimpangan dimensinya terlalu besar [6].

Makalah ini juga membahas proses pengujian mesin bubut dan pengaruhnya terhadap keakuratan dimensi dari benda kerja yang digunakan. Pengukuran mesin bubut didasarkan pada metode yang dilakukan oleh Schlesinger [7]. Mesin bubut yang diuji adalah mesin bubut yang telah mengalami proses rekondisi akibat keausan yang terjadi pada berbagai komponennya seiring dengan lamanya mesin bubut digunakan. Setelah itu produk hasil bubut dengan mesin bubut yang telah direkondisi dan diukur ketelitian gerakannya dilihat ketelitian dimensinya untuk memastikan bahwa mesin bubut masih layak digunakan.

### Metode Penelitian

Mesin bubut yang digunakan pada studi ini beserta bagian-bagian yang diukur geometrinya dapat dilihat pada gambar 1. Pengukuran-pengukuran yang dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan rekondisi adalah:

1. Pengukuran *Bed* Mesin Bubut Arah Longitudinal dan Transversal
2. Pengukuran Kelurusan dan Kerataan Profil *BedTailstock* terhadap Gerak Pindah *Carriage*
3. Pengukuran *True Running* Gerakan Rotasi Spindel
4. Pengukuran Paralelitas antara Gerakan *Carriage* dengan Sumbu Spindel
5. Pengukuran Paralelitas antara Sumbu Utama Spindel dengan *Upper Slide*

Alat-alat ukur yang digunakan untuk keperluan pengukuran-pengukuran di atas adalah:

1. *Spirit level* berbentuk *square* dengan dimensi 200 mm x 44 mm x 200 mm dan sensitivitas pengukuran 0,02 mm per meter.
2. *Dial indicator* dengan sensitivitas pengukuran yaitu 0,01 mm.
3. *Intermediate Block*

4. *Bridge piece*
  5. *Cylindrical taper mandrel*
  6. *Cylindrical mandrel*
  7. *Dead center, Live Center, V-block*
- Vernier caliper



Gambar 1. Mesin Bubut yang Digunakan

Untuk mengetahui tingkat keakuratan dan kepresisian mesin bubut setelah dilakukannya proses rekondisi dapat diukur dari hasil pembubutannya yang meliputi kebulatan, kerataan dan kesenteran. Pada pengujikali ini, jenis proses pembubutan yang dilakukan yaitu proses bubut longitudinal. Material benda kerja yang digunakan terbuat dari baja St. 40 berbentuk silinder dengan diameter 40 mm dan panjang 300 mm. Pahat yang digunakan terbuat dari karbida dengan parameter proses permesinan yaitu kedalaman potong sebesar 0,5 mm, kecepatan pemakanan sebesar 1,1 mm/rev dan kecepatan potong sebesar 110 m/menit. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran diameter spesimen uji sepanjang spesimen dan pengukuran kebulatan spesimen uji.

### Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan rekondisi, mesin bubut di atas memiliki permasalahan sebagai berikut :

1. Putaran spindel sudah tidak stabil.
2. Gerakan *carriage* tidak stabil.
3. Pemakanan otomatis baik longitudinal maupun transversal tidak berfungsi.
4. Tuas pengatur kecepatan spindel rusak.
5. *Toolpost* goyangan dan *leadscrew* sudah mengalami keausan.

Setelah rekondisi dilakukan, hasil pengukuran yang telah dilakukan pada mesin bubut dapat dilakukan dapat dilihat pada tabel 1 -6. Pada tabel-tabel tersebut juga dapat dilihat hasil pengukuran sebelum proses rekondisi dilakukan sebagai perbandingan. Dari data-data yang dihasilkan terlihat bahwa penyimpangan dimensi banyak terjadi pada mesin bubut sebelum dilakukan rekondisi dan penyimpangan-penyimpangannya

banyak yang melebihi dari batas toleransi yang diijinkan. Setelah rekondisi dilakukan makasebagian besar dimensi dari mesin bubut tidak mengalami penyimpangan, walau ada beberapabagian yang masih mengalami penyimpangan dimensi, namun masih dibawah batas toleransi yang diijinkan. Hal ini menunjukkan keberhasilan dari proses rekondisi yang telah dilakukan.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran *Bed* Mesin Bubut Arah Longitudinal

Titik	Penyimpangan <i>Bed</i> (Sebelum Rekondisi)		Penyimpangan <i>Bed</i> (Setelah Rekondisi)		Toleransi (mm)
	Kanan (mm)	Kiri (mm)	Kanan (mm)	Kiri (mm)	
1	≥ -0,20	≥ -0,20	0	0	0,02
2	-0,10	≥ -0,20	0	0	0,02
3	0,10	≥ 0,20	0	0	0,02
4	0,10	≥ 0,20	0	0	0,02
5	0,08	≥ 0,20	0	0	0,02
6	-0,10	-0,10	0	0	0,02
7	-0,10	0	0	0	0,02
8	0	≥ 0,20	0,01	0,01	0,02
9	0,08	≥ 0,20	0,01	0,01	0,02
10	0,04	0,10	0,02	0,02	0,02

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran *Bed* Mesin Bubut Arah Transversal

Titik	Penyimpangan Sebelum Rekondisi (mm)	Penyimpangan Sebelum Rekondisi (mm)	Toleransi (mm)
1	0,03	0	0,02
2	0,02	0	0,02
3	-0,18	0,01	0,02
4	-0,13	0	0,02
5	-0,14	0,01	0,02
6	-0,11	0	0,02
7	-0,10	0	0,02
8	-0,08	0	0,02
9	-0,06	0,01	0,02
10	-0,05	0	0,02

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Kelurusan dan Kerataan Profil *BedTailstock* terhadap Gerak Pindah *Carriage*

Titik	Penyimpangan <i>Bed</i> Arah Transversal Sebelum Rekondisi (mm)	Penyimpangan <i>Bed</i> Arah Transversal Setelah Rekondisi (mm)	Toleransi (mm)
1	0,20	0	±0,02
2	≥ 0,20	0	±0,02
3	-0,20	0	±0,02
4	-0,10	0	±0,02
5	≥ -0,20	0	±0,02
6	-0,20	0	±0,02
7	0,10	0	±0,02
8	0	0	±0,02
9	-0,12	0	±0,02
10	-0,06	0	±0,02

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran *True Running* Gerakan Rotasi Spindel

Titik	Penyimpangan Sebelum Rekondisi		Penyimpangan Sebelum Rekondisi		Toleransi (mm)
	Vertikal (mm)	Vertikal (mm)	Horizontal (mm)	Vertikal (mm)	
1	0,10	-0,05	0,01	0	0,02
2	0,08	-0,05	0,01	0	0,02
3	0,08	-0,03	0,01	0	0,02
4	0,06	-0,01	0	0	0,02
5	0,04	0,03	0	0	0,02
6	-0,04	0,04	0	0	0,02
7	-0,07	0,04	0	0,01	0,02
8	-0,08	0,07	0	0,01	0,02
9	-0,09	0,07	0	0,01	0,02
10	-0,14	0,09	0	0,01	0,02

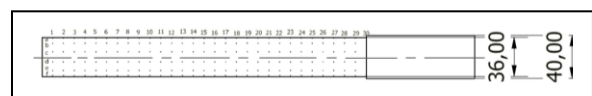
**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Paralelitas antara Gerakan *Carriage* dengan Sumbu Spindel

Titik Pengukuran	Penyimpangan Sebelum Rekondisi (mm)	Penyimpangan Sesudah Rekondisi (mm)	Toleransi (mm)
Titik senter	-0,10	0	0,01
Titik silinder	0,06	0,01	0,01
Titik konis luar	0,06	0,01	0,01
Titik silinder spigot	0,08	0	0,01
Titik dekat spindel	-0,08	0	0,01
Titik di ujung mandrel	0,11	0,01	0,03

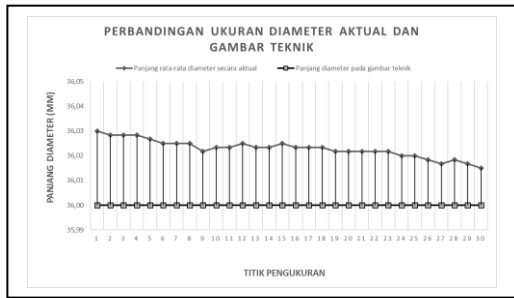
**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Paralelitas antara Sumbu Utama Spindel dengan *Upper Slide*

Titik	Penyimpangan Sebelum Rekondisi (mm)	Penyimpangan Sebelum Rekondisi (mm)	Toleransi (mm)
1	0,08	0,01	0,03
2	0,08	0,01	0,03
3	0,06	0,01	0,03
4	0,04	0	0,03
5	0,01	0	0,03
6	-0,04	0	0,03
7	-0,06	0	0,03
8	-0,06	0	0,03
9	-0,09	0	0,03
10	-0,12	0	0,03

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, kedalaman potong untuk melihat tingkat keakuratan dan kepresisian mesin bubut setelah mengalami rekondisi adalah 0,5 mm, dan proses bubut dilakukan sebanyak 4 kali. Sehingga diameter dari spesimen uji akan menjadi 36 mm, seperti terlihat pada gambar 2. Alat ukur yang digunakan pada pengukuran diameter yaitu *digital vernier caliper* merk *Mitutoyo* dengan skala pembacaan terkecil yaitu 0,01 mm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 3



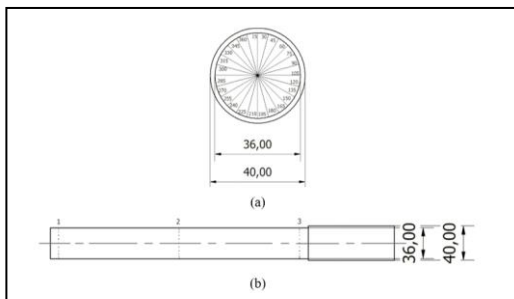
**Gambar 2.** Dimensi akhir spesimen uji



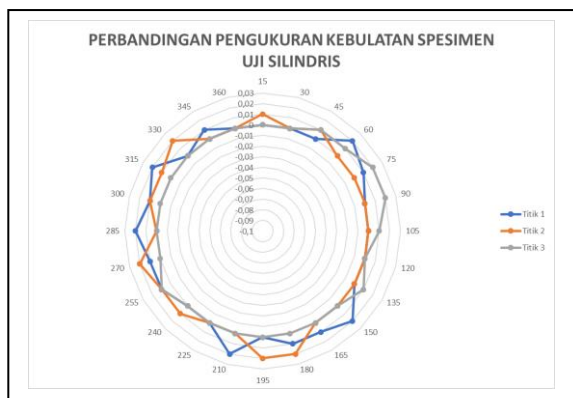
**Gambar 3.** Perbedaan ukuran diameter hasil pengukuran dan gambar tekniknya.

Dari gambar 4 terlihat perbedaan rata-rata diameter hasil pengukuran dengan diameter pada gambar teknik berkisar antara 0,02 mm sampai 0,03 mm. Dari aspek fungsinya, adanya perbedaan dimensi tersebut tidak akan berpengaruh pada hasil pembubutan karena ketidakakuratan dimensi pada hasil pembubutan tersebut sangat kecil, yaitu maksimal sebesar 0,03 mm.

Pengukuran kebulatan juga dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan mesin bubut setelah mengalami rekondisi. Lokasi pengukuran kebulatan dapat dilihat pada gambar 4 dan hasil pengukuran kebulatan dapat dilihat pada grafik pada gambar 5.



**Gambar 4.** Titik-titik pengukuran kebulatan spesimen uji (a) Tampak depan, (b) Tampak atas



**Gambar 5.** Hasil Pengukuran Kebulatan

Dari gambar 5 di atas, dapat diketahui bahwa penyimpangan kebulatan yang terjadi berkisar antara 0,01 mm hingga 0,02 mm. Penyimpangan yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh struktur mesin bubut yang kurang kuat, sehingga menyebabkan terjadinya getaran pada saat proses permesinan berlangsung. Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa penyimpangan yang didapat masih dalam batas toleransi sesuai dengan standar *Schlesinger*, sehingga hasil pembubutan tidak berbentuk kerucut. Toleransi yang diizinkan sesuai dengan standar *Schlesinger* yaitu sebesar 0,03 mm. Dari gambar 5 juga diketahui bahwa pada titik 1 memiliki kuantitas penyimpangan kebulatan yang paling banyak dibandingkan dengan titik 2 dan titik 3. Hal ini wajar, karena titik 1 berada pada bagian depan atau berada pada titik paling jauh dari tumpuan sehingga defleksi yang dihasilkan paling besar.

### Kesimpulan

Dari data-data yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengukuran geometrik mesin bubut sebelum dilakukannya proses rekondisi, secara keseluruhan terdapat penyimpangan yang melebihi toleransi berdasarkan standar *Schlesinger*.
2. Proses rekondisi sangat berpengaruh pada ketelitian geometrik mesin bubut. Hal tersebut dapat dibuktikan dari hasil pengukuran mesin bubut setelah dilakukannya proses rekondisi, dimana penyimpangan mesin bubut masih dalam batas toleransi yang diizinkan berdasarkan standar *Schlesinger*.
3. Besar perbedaan rata-rata diameter spesimen uji dibanding dimensi sebenarnya pada gambar teknik berkisar 0,02 mm sampai 0,03 mm. Sedangkan besar penyimpangan kebulatan spesimen uji berkisar 0,01 mm hingga 0,02 mm. Perbedaan rata-rata diameter spesimen uji hasil pembubutan dibanding dengan diameter sebenarnya dan penyimpangan kebulatan yang diperoleh masih dalam batas toleransi sesuai dengan standar *Schlesinger*, sehingga berdasarkan hasil yang didapatkan, proses rekondisi dapat dikatakan berhasil karena keakuratan mesin bubut telah sesuai dengan yang diharapkan.

## Referensi

- [1] Rochim, T., 1993. Teori dan Teknologi Proses Penerbit ITB Bandung, Indonesia
- [2] Joshi, P. H., 2007. Machine Tool Design and Operation, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, India
- [3] Smith, G. T., 2016. Machine Tool Metrology- An Industrial Handbook, Springer, Switzerland
- [4] Burley, G. W. 1915. The Testing of Machine Tools, Scott, Greenwood & Son, London, England.
- [5] Runtu, R. R., Soukotta, J., Poeng, R., 2014. Analisis Kemampuan dan Keandalan Mesin Bubut Weiler Primus Melalui Pengujian Karakteristik Statik Menurut Standar ISO 1708. Jurnal Online Poros Teknik Mesin Vol. 4 No. 1, pp 63-75.
- [6] Sutowo, C., Diniardi, E., Praja, B. I., 2015. Pengujian Ketelitian Geometrik pada Mesin Bubut Emcomat EM 17S Menurut ISO 1708. Jurnal Teknik Mesin Vol. 12 No. 1, pp 25-39.
- [7] Schlesinger, G., 1970. Testing Machine Tools, 7th ed. The Machineri Publishing Co., Ltd., New York, USA.