

# **PENGUKURAN KESALAHAN GERAK SUMBU X DAN SUMBU Z BERDASARKAN HASIL CUTTING TEST MESIN BUBUT CNC INOVASI MENGGUNAKAN COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)**

**Helmizar[I], Alvin Bayu Agustian[II], A Sofwan F Alqap [III]**

[I][II][III] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl.W.R.Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, Telp (0736) 344087, 22105-227

Email : [Helmizar@unib.ac.id](mailto:Helmizar@unib.ac.id)

## **ABSTRACT**

The innovation CNC lathe is one of the machine tools with two axis. The X and Y axis are very influential in producing precision products the axis on the lathe because the axis on the lathe is as a tool for driving the chisel. To determine the precision or not of the motion of the axis, it is necessary to do a cutting test (Cutting Test) then the results of the cutting test are measured for precision using a Coordinate Measuring Machine (CMM). In the cutting test, the ISO 13041-6-M4 Series is used. In this cutting test, a radius of 50 mm is used, the test object can be reused, but the programmed radius should not be more than  $\pm 10\%$  of the nominal radius. The circle deviation tolerance is 0.025 mm. From the measurements made, the largest error value is 1.825056 mm in the first measurement in the CW direction, while the smallest error value is 1.824025 mm in the three-way CCW measurement, the resulting deviation continues to increase along with the cutting direction. The magnitude of the deviation, and the motion between the X-axis and the Z-axis are not collaborating with each other and not constant. This is because from the starting point of the cut on the X axis to the Z axis the deviation is getting bigger. resulting in inaccurate results from the cutting test. From the cutting test and measurements made, it can be concluded that it is necessary to make improvements to the Z axis motion.

**Keywords:** *CNC Lathe Machine, X and Z Axis, Cutting Test, ISO 13041-6-M4, Roundness, Coordinate Measuring Machine (CMM).*

## **I. PENDAHULUAN**

Pada perkembangan industri mesin perkakas, diperlukan adanya standar kualitas untuk dapat diterima konsumen. Selain performa yang handal, ketelitian dan mampu ulang mesin perkakas sangat menentukan untuk diterima pasar. BT MEPPPO sebagai pusat unggulan Teknologi Mesin Perkakas, Produksi, dan Otomasi saat ini mengembangkan mesin Bubut Inovasi yang bertujuan untuk menekan biaya produksi agar dapat di jual dengan harga yang rendah di pasaran mesin perkakas, namun tetap menjaga ketelitian dan kepresisian dari mesin bubut yang di buat. Untuk mengetahui kepresisian dari mesin bubut adalah dengan melakukan uji pemotongan (Cutting Test). Pada Gambar 1 dapat dilihat produk mesin Bubut Inovasi

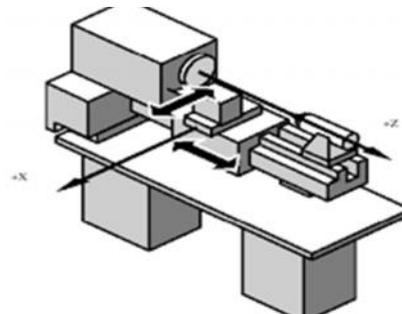


**Gambar 1.** Mesin bubut CNC Inovasi

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian Mesin Bubut**

Mesin bubut CNC merupakan salah satu mesin perkakas dengan 2 sumbu (axis) yaitu sumbu-X yang tegak lurus dengan putaran spindle dan sumbu-Z yang sejajar dengan arah putaran spindle. Sumbu X dan sumbu Z sangat berpengaruh dalam menghasilkan produk yang presisi, karena sumbu X dan sumbu Z merupakan penggerak dari mata pahat untuk memotong benda kerja dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sumbu bubut CNC

#### **2.1.1 Konstruksi Sumbu**

Pengerak sumbu dibutuhkan untuk menjamin gerakan mesin dapat sesuai dengan perintah yang diberikan. Terdapat 4 (empat) komponen utama yaitu :

#### 1. Ballscrew

Ballscrew digunakan untuk menggerakkan gerak translasi dari gerak rotasi dari motor. Akurasi sangat dominan terhadap pemilihan ballscrew. Ballscrew yang baik mampu meminimalkan nilai backlash.

#### 2. LM Guide

LM Guide digunakan sebagai roda penggerak translasi pada gerak eretan (saddle). LM Guide yang baik akan menghasilkan gerakan pitch, yaw, dan roll yang baik.

#### 3. Kopling

Kopling digunakan untuk mentransfer energi putaran motor kepada ballscrew. Kopling yang baik akan menghasilkan nilai backlash yang minimal.

#### 4. Bearing

Bearing digunakan untuk memegang ballscrew terhadap permukaan referensi. Bearing yang baik adalah mampu menahan bending yang terjadi sebagai kombinasi gerakan axial dan radial saat pemotongan.<sup>[1]</sup>

### 2.1.2 Parameter Pemotongan

Parameter uji pemotongan adalah serangkaian parameter yang sangat mempengaruhi hasil pemotongan pada benda kerja. Nilai parameter ditentukan berdasarkan

kemampuan mesin dan standarisasi pengujian. Parameter permesinan tersebut adalah :

- Kecepatan spindle (s)
- Kecepatan *feedrate* (v)
- Kedalaman pemotongan (d)
- Jenis alat potong
- Material benda uji

Dengan melakukan optimasi parameter akan didapatkan proses permesinan yang optimal sehingga dapat melakukan kinerja proses produksi yang cepat dengan hasil yang presisi.

### 2.2 Pengetesan Mesin Perkakas

Pada proses pemotongan logam hasil produknya dituntut untuk mempunyai ketelitian yang tinggi sesuai dengan standar baku yang diinginkan, dengan kata lain produk harus mempunyai Kualitas Geometris yaitu menyangkut:

- Ukuran yang tepat.
- Bentuk yang ideal (selindris, siku, sejajar, dsb.),
- Kekasaran permukaan yang ideal.

Dengan adanya persyaratan produk yang sangat ketat tersebut, maka mesin pembuat produk harus dalam kondisi yang standar, karena mesin perkakas merupakan alat pembentuk duplikasi benda kerja yang dihasilkan, dengan demikian mesin harus mempunyai kualitas geometris juga.

Untuk memenuhi kualitas yang harus dipersyaratkan tersebut maka mesin perkakas perlu diuji kelayakannya. Perlu diuji kualitas geometrisnya, bagaimana gerakan-gerakan masing-masing elemen yang saling berhubungan satu dengan lainnya, masih dalam batas-batas yang diijinkan atau tidak. Pengetesan mesin perkakas bertujuan untuk mengetahui kualitas geometrik dari suatu mesin perkakas.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian digunakan untuk melakukan percobaan dan pengambilan data hasil pengujian.

#### Mesin Bubut CNC Inovasi

Jenis	: Horizontal spindle
Jumlah sumbu gerak	: 2 ( sb-x dan sb-z )
Power	: 5,5 kW
Max Speed	: 4500 rpm
Max. Torque	: 95 N.m
Max. Feedrate	: 5000 mm/min
Max. Outer Diam	: 210 mm
Max. Z Travel	: 310 mm
Chuck Diam	: 170 mm
Resolution	: 0,001 mm
Controller	: SYNTEC 22TA

#### Mesin Coordinate Measuring Machine

Merk	: Brown & Shaples
Probe	: Renishaw SP25M 4m
Lebar Probe	: 4 mm
Akurasi	: 0,001 mm
Menggunakan CNC Controller & Software	

### 3.2 Objek Ukur

Pada pengujian ini di lakukan pengukuran hasil cutting test dari Mesin Bubut CNC Inovasi sesuai dengan ISO 13041-6-M4 yang diukur kebulatannya dengan menggunakan mesin *CMM (Coordinate Measuring Machine)*. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ukuran benda uji

Pengukuran dilakukan 3 kali arah CW atas 3 Kali arah CCW dengan masing-masing 64 titik sentuh *probe* setiap kali

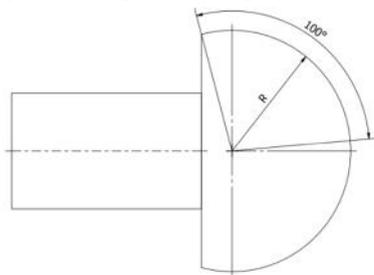
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengetesan mesin perkakas sangat penting dilakukan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui

kualitas dari suatu mesin perkakas, salah satu hal yang berpengaruh terhadap ketelitian hasil dari pemesinan adalah gerak sumbu axis dari mesin bubut, mesin bubut inovasi ini merupakan mesin bubut dengan 2 sumbu axis.

Perbandingan antara kesalahan geometri hasil pemotongan dengan ukuran yang sebenarnya menunjukkan kualitas sumbu XZ yang digunakan pada mesin perkakas. Pada pengetesan kesalahan gerak sumbu XZ pada mesin bubut inovasi yang dilakukan pengukuran pada hasil cutting test mesin bubut berdasarkan ISO 13041-6-M4. Pada ISO13041-6-M4 ukuran jari-jari seharusnya yaitu 50 mm namun benda uji tetap dapat digunakan, dengan syarat jari-jari yang diprogram tidak boleh lebih dari  $\pm 10\%$  dari jari-jari nominal. Pada saat proses *cutting test* dibuat benda kerja dengan ukuran jari-jari diprogram 45 mm.

Hasil pengetesan mesin Bubut CNC menghasilkan hasil cutting test yang selanjutnya dilakukan pengukuran dengan mesin CMM (*Coordinate Measuring Machine*). Daerah pengukuran dapat di lihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Ukuran benda uji

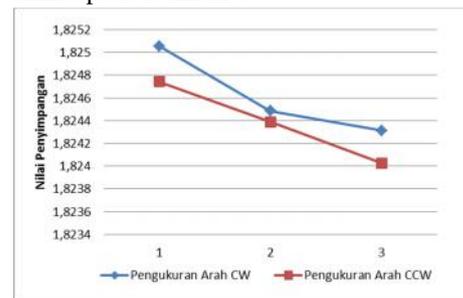
Pengukuran dilakukan pada 64 titik pada radius  $100^\circ$  dan dilakukan 6 kali pengulangan (3 kali arah CW dan 3 Kali arah CCW) dengan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran

No	Nilai Jari-Jari (mm)	Arah Pengukuran	Rata-Rata Hasil Pengukuran (mm)
1	45	CW	46,82506
2	45	CW	46,82448
3	45	CW	46,82431
4	45	CCW	46,82474

5	45	CCW	46,82439
6	45	CCW	46,82403

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata hasil pengukuran terbesar yaitu 46,82506 mm pada pengukuran pertama arah CW. Sedangkan rata-rata hasil pengukuran terkecil yaitu 46,82403 mm pada pengukuran ke 6 arah CCW. Nilai penyimpangan dari pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Nilai Penyimpangan Ukuran

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa untuk melihat kekonsistensian diameter menghasilkan nilai kesalahan terbesar yaitu 1,825056 mm pada pengukuran pertama arah CW. Sedangkan nilai kesalahan terkecil yaitu 1,824025 mm pada pengukuran ke tiga arah CCW. Circular deviation tolerance adalah 0.025 namun dari pengukuran dapat di simpulkan bahwa nilai penyimpangan telah melewati nilai circular deviation tolerance. Sehingga masih perlu di lakukan perbaikan pada sumbu mesin bubut ini.

## V. KESIMPULAN

Dari pengukuran yang di lakukan terhadap hasil cutting test mesin bubut CNC Inovasi dapat di simpulkan bahwa nilai kesalahan yang terukur melewati Circular deviation tolerance yaitu 0.025. Hal ini dapat dilihat dari nilai kesalahan terbesar yaitu 1,825056 mm pada pengukuran pertama arah CW sedangkan nilai kesalahan terkecil yaitu 1,824025 mm pada pengukuran ke tiga arah CCW. Hal ini di akibatkan gerak sumbu X sumbu Y tidak konsisten dan tidak saling berkolaborasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Profil BT MEPPPO - BPPT (Balai Teknologi Mesin Perkakas, Produksi dan Otomasi - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) <https://meppo.bppt.go.id/index.php/profil/sejarah> (Diakses pada tanggal 24 Maret 2020 pukul 13:00).

- [2] Alfia, Putri. 2019. “Pengukuran Kesalahan (*error*) kebulatan gerakan sumbu XY pada mesin *Milling CNC* Menggunakan metode Balbar dan *Coordinate Measuring Machine (CMM)*”. Laporan Kerja Praktek Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Bengkulu
- [3] Rianto Albertus. 2019. “Pengujian Skala Produksi Mesin Bubut CNC Untuk Mendukung Industri Otomotif Nasional”. Laporan Akhir Teknologi yang Dimanfaatkan di Industri Balai Teknologi Mesin Perkakas, Produksi dan Otomasi. Tangerang Selatan
- [4] Riant, M. Fikri, & Nasril. 2017 “Analisa Sumber Kesalahan Sumbu Spindel pada Mesin Bubut CNC dengan Metoda Uji Pemotongan”. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XVI (SNTTM XVI), Surabaya. Indonesia
- [5] ISO 10341-6, “Test condition of numerical controlled turning machines and turning centres – Part 6 : Accuracy of a finished test piece”, ISO 13041-6 Switzerland 2009.