

PENGUJIAN PERFORMA *PROTOTYPE* MESIN *CNC MILLING 3 AXIS* DARI LIMBAH ELEKTRONIK

Alvi Syahri¹, Syafri²

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru, 28293

¹Alvi.syahri3016@student.unri.ac.id, ²prie_00m022@yahoo.com

Abstract

CNC machines (Computer Numerically Controlled) are machines that are controlled by CNC machines computers using numerical instructions (command data with code numbers, letters and symbols). CNC work system technology is a combination of computer and mechanics, so that when compared with similar machine tools, CNC Milling machine tools can be rigorous, more precise, more flexible and suitable for mass production. capable tools Currently CNC machines are increasingly being made or developed either CNC machines in large scale dimensions or in prototypes. Assembling 3 Axis CNC Milling Machine prototypes, namely X, Y and Z axis. The purpose of the research is to find out the important components and how to operate them, the level of precision, the accuracy and the area of the work area of the machine. The 3 axis CNC Milling prototype machine has dimensions of engine length X 40 mm, Y 38 mm and Z 16 mm. The 3 Axis CNC Milling prototype machine has the advantage of being able to create images which are then forwarded to the 3 Axis CNC Milling machine in the production process. The test results obtained an accuracy value of 0.5 mm, the value of the precision of the X axis line pattern was 0.087 mm, the Y axis was 0.099 mm, and the diameter of the circle pattern was 0.064 mm.

Key Words : *CNC Milling 3Axis prototype, Work Area, accuracy, precision*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi sangat mempengaruhi semua aspek dari kehidupan khususnya dunia industri. Pada umumnya industri telah beradaptasi kepada teknologi otomasi sehingga yang dulunya pekerjaan tersebut dikerjakan oleh manusia sekarang digantikan oleh mesin. Hal ini karena adanya kekurangan manusia dalam bekerja seperti keterbatasan waktu kerja, ketelitian dan kondisi kerja. Suatu sistem atau mesin yang bersifat otomatis dapat bekerja dengan ketelitian yang tinggi [1].

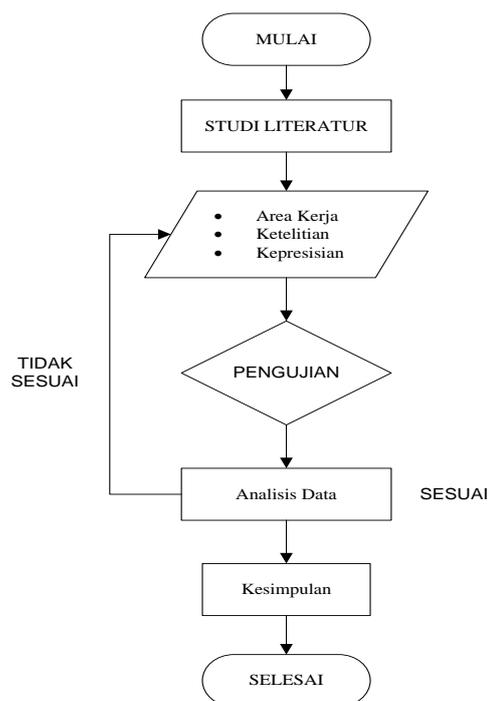
Di jurusan teknik mesin universitas Riau telah mulai dilakukan penelitian tentang rancang bangun prototipe konstruksi mekanik mesin *CNC Milling 3 Axis* [2]. Selanjutnya diteruskan penelitian tentang pengaruh kesalahan dimensi terhadap ketelitian gerak output mesin *Milling 3 Axis* [3].

Secara konseptual, pengembangan perusahaan dan produk kerajinan dapat dilakukan dengan peningkatan ketelitian produksi yang dapat mengurangi penyesuaian pekerjaan, mengurangi tenaga kerja dan keterampilan tinggi, dan menstabilkan kualitas hasil produksi [4].

Pengujian performa *prototype* mesin *cnc milling 3 axis* dari limbah elektronik bertujuan untuk mengetahui area kerja mesin, ketelitian dan ketepatan gerak yang dihasilkan mesin *CNC milling 3 axis*. Penelitian ini telah diperhitungkan sedemikian rupa telah dibuat dilaboratorium jurusan teknik mesin dengan biaya minimum.

2. Metodologi

Dalam pengujian performa *prototype* mesin *CNC Milling 3 Axis* hasil yang diperoleh dalam pengujian adalah sebagai berikut seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Pengujian Prototipe Mesin *CNC Milling 3 axis*

2.1 Analisa Statistik

a. Rata – Rata

Dalam penelitian bacaan instrumen biasanya akan menghasilkan bacaan-bacaan yang berbeda satu sama lain dan umumnya orang hanya akan memperhatikan rata-rata bacaannya saja. Jika bacaan ini ditandai Xi dan ada n bacaan maka rata ratanya dapat dilihat pada persamaan 1 [5].

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

b. Deviasi Standar

Standar deviasi (simpangan baku) merupakan akar kuadrat dari varian dapat dilihat pada persamaan 2 [5].

$$S = \sqrt{S^2} \quad (2)$$

Nilai varian diperoleh dari pembagian hasil penjumlahan kuadrat (sum of squares) dengan ukuran data (n) dapat dilihat pada persamaan 3[5].

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (3)$$

Namun begitu, dalam penerapannya, nilai varian tersebut bias untuk menduga varian populasi. Dengan menggunakan rumus tersebut, nilai varian populasi lebih besar dari varian sampel dapat dilihat pada persamaan 4 [5].

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (4)$$

Nilai varian yang dihasilkan merupakan nilai yang berbentuk kuadrat. Misalkan satuan nilai rata-rata adalah gram, maka nilai varian adalah gram kuadrat. Untuk menyeragamkan nilai satuannya maka varian diakarkuadratkan sehingga hasilnya adalah standar deviasi (simpangan baku). Pada persamaan 5 [5].

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

Untuk mempermudah perhitungan, rumus varian dan standar deviasi (simpangan baku) tersebut bisa diturunkan dapat dilihat pada persamaan 6 [5].

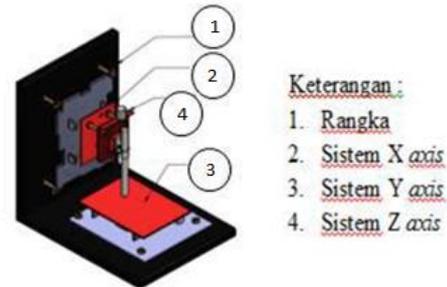
$$S^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)} \quad (6)$$

Rumus standar deviasi (simpangan baku) dapat dilihat pada persamaan 7 [5].

$$S = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

2.2 Mesin CNC 3 axis dari limbah komputer

Objek pada penelitian adalah mesin CNC 3 axis yang terbuat dari limbah perangkat komputer yang sudah tidak terpakai seperti diperlihatkan pada gambar 2. Mesin tersebut selanjutnya akan diukur area kerja, ketelitian serta ketepatannya.

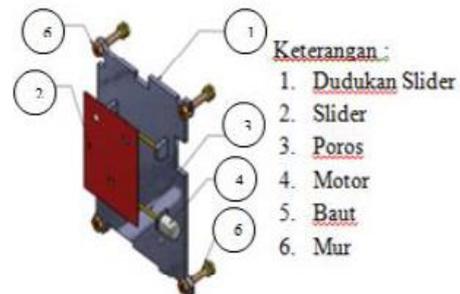


Gambar 2 Mesin CNC Milling 3 axis

2.3 Parameter Area Kerja

a) Sumbu X

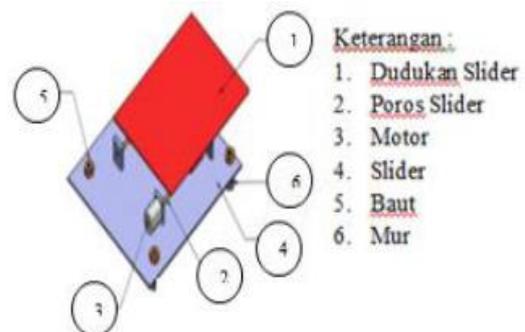
Sumbu X mesin adalah sumbu yang menjadi referensi pergerakan mesin sejajar dengan sumbu X pada koordinat kartesian. Sumbu ini dibuat dengan beberapa komponen seperti silinder, poros, motor dan lain-lain seperti yang terdapat pada gambar 3.



Gambar 3 Area kerja Sumbu X

b) Sumbu Y

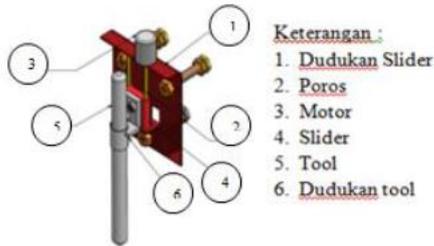
Sumbu Y mesin adalah sumbu yang menjadi referensi pergerakan mesin sejajar dengan sumbu Y pada koordinat kartesian. Sumbu ini dibuat dengan beberapa komponen seperti silinder, poros, motor dan lain-lain seperti yang terdapat pada gambar 4.



Gambar 4 Area kerja Sumbu Y

c) Sumbu Z

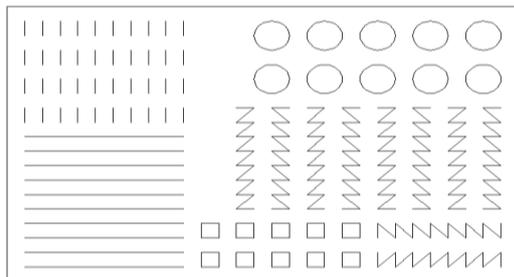
Sumbu Z mesin adalah sumbu yang menjadi referensi pergerakan mesin sejajar dengan sumbu X pada koordinat kartesian. Sumbu ini dibuat dengan beberapa komponen seperti silinder, poros, motor dan lain-lain seperti yang terdapat pada gambar 5.



Gambar 5 Area kerja Sumbu Z

2.4 Desain Sampel

Desain sampel yang akan diuji dibuat dengan menggunakan Software QCAD. Desain tersebut dibuat dengan dimensi dan posisi yang telah diatur agar hasil yang didapatkan mudah untuk diukur. Desain ini kemudian dijadikan sebagai pembandingan dari hasil pengujian yang telah didapatkan. Adapun desain sampel untuk pengujian ketelitian dan ketepatan adalah seperti pada Gambar 6.

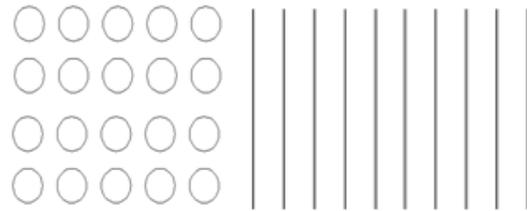


Gambar 6 Desain Sampel

2.5 Prosedur pengujian cara menentukan ketepatan

Untuk dapat menentukan ketepatan mesin cnc maka dilakukan pengujian dengan cara memprogram dan menggerakkan mesin membentuk pola persegi dengan panjang sisi X= 6mm dan Y= 6mm serta pola lingkaran diameter 8mm pada kertas milimeter. Pengukuran ini dilakukan secara berulang sebanyak 20 kali. Adapun prosedur pengujianya adalah sebagai berikut :

1. Siapkan tools berupa pena pada spindel dan kertas milimeter pada meja mesin cnc.
2. Setting program mesin (G code) agar membentuk garis seperti pada gambar 7.



Gambar 7 Pola pengujian ketepatan mesin

3. Setting sumbu axis mesin (sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z) pada titik (0,0).
4. Jalankan Mesin sesuai dengan program yang sudah di inputkan sebelumnya.
5. Ukur goresan persegi dan lingkaran yang terdapat pada kertas milimeter, kemudian inputkan nilainya ke dalam gambar tabel excel pada gambar 8.

No	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Xrata-rata
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Gambar 8 Tabel Excel

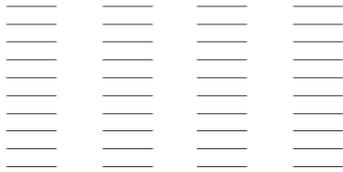
6. Lakukan pengujian ini secara berulang sebanyak 20x
7. Tentukan nilai rata-rata dan standar deviasi hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$SD = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left(\frac{X - x}{n - 1} \right)^2}$$

2.6 Prosedur cara menentukan ketelitian.

Untuk dapat menentukan ketelitian mesin cnc maka dilakukan pengujian dengan cara memprogram dan menggerakkan mesin membentuk pola garis dengan panjang 5mm pada kertas milimeter. Pengukuran ini dilakukan secara berulang sebanyak 20 kali. Adapun prosedur pengujianya adalah sebagai berikut :

1. Siapkan tools berupa pena pada spindel dan kertas milimeter pada meja mesin cnc.
2. Setting program mesin (G code) agar membentuk garis seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Pengujian Pola garis ketelitian

3. Setting sumbu axis mesin (sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z) pada titik (0,0).
4. Jalankan Mesin sesuai dengan program yang sudah di inputkan sebelumnya.
5. Ukur goresan persegi dan lingkaran yang terdapat pada kertas milimeter, kemudian inputkan nilainya ke dalam gambar tabel excel pada gambar 10.

No	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Xrata-rata
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Gambar 10 Tabel Excel

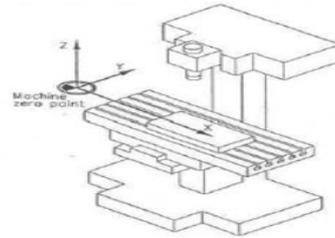
6. Lakukan pengujian ini secara berulang sebanyak 20x.
7. Tentukan nilai rata-rata dan standar deviasi hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$SD = \sqrt{\sum_{k=1}^n \frac{(X-x)^2}{n-1}} \quad (5)$$

2.7 Prosedur cara menentukan Luas Area Kerja

Untuk dapat menentukan luas area kerja mesin cnc maka dilakukan pengujian dengan cara memprogram dan menggerakkan mesin membentuk pola garis sisi X= 40 Y= 38mm dan Z= 16mm dengan menggerakkan mesin satu persatu secara berurutan dari sumbu x, y dan z dari titik (0,0) hingga mencapai titik maksimalnya, yang dilakukan pengujian pada kertas milimeter. Pengukuran ini dilakukan secara berulang sebanyak 20 kali. Adapun prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

1. Siapkan tools berupa pena pada spindel dan kertas milimeter pada meja mesin cnc
2. Setting program mesin (G-code) agar membentuk garis lurus hingga mencapai batas maksimal pergerakan mesin seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Pola pengujian luas area kerja mesin

3. Setting sumbu axis mesin (sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z) pada titik 0,0.
4. Jalankan Mesin sesuai dengan program yang sudah di inputkan sebelumnya.
5. Ukur goresan garis yang terdapat pada kertas milimeter, kemudian inputkan nilainya ke dalam tabel excel pada gambar 12.

No	Panjang sisi (x)	Panjang sisi (y)	Panjang sisi (z)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
Rata - rata			

Gambar 12 Tabel Excel

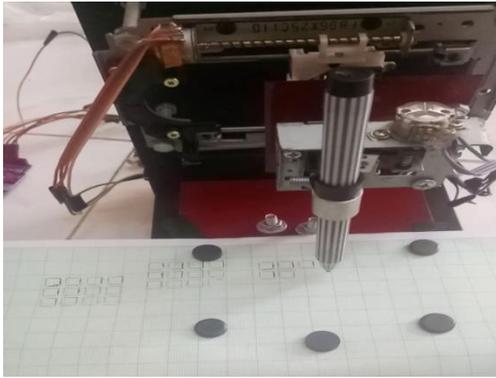
6. Lakukan pengujian ini secara berulang sebanyak 20x.
7. Tentukan nilai rata-rata dan standar deviasi hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$SD = \sqrt{\sum_{k=1}^n \frac{(X-x)^2}{n-1}} \quad (5)$$

3. HASIL

3.1 Hasil Pengujian Ketepatan Mesin CNC 3 axis

Nilai rata-rata hasil pengukuran pada pengujian sisi X diperlihatkan pada tabel 1. Nilai X pada tabel merupakan hasil rata-rata dari 20 kali pengujian. sedangkan nilai $X-\bar{X}$ adalah nilai rata-rata dari semua data hasil pengukuran. Dengan hasil ini maka diperoleh tingkat ketepatan mesin dengan penyimpangan rata-rata sebesar 0,0875 mm.



Gambar 13 Hasil Pengujian Data Ketepatan

3.1.1 Hasil Pengukuran Persegi Sisi X

Nilai X pada tabel merupakan hasil rata-rata dari 20 kali pengujian. sedangkan nilai $X - \bar{X}$ adalah nilai rata-rata dari semua data hasil pengukuran. Dengan hasil ini maka diperoleh tingkat ketepatan mesin dengan penyimpangan rata-rata sebesar 0,0875 mm. Nilai rata-rata hasil pengukuran pada pengujian sisi X diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Ketepatan mencari Standar Deviasi Persegi sisi X.

NO	Titik Pengukuran	X	\bar{X}	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
1	X1	5,93	5,84	0,09	0,0081
2	X2	5,80	5,84	0,04	0,0016
3	X3	5,83	5,84	0,01	0,0001
4	X4	5,98	5,84	0,14	0,0196
5	X5	5,69	5,84	0,15	0,0225
6	X6	5,80	5,84	0,04	0,0016
7	X7	5,83	5,84	0,01	0,0001
8	X8	5,98	5,84	0,14	0,0196
9	X9	5,95	5,84	0,11	0,0121
10	X10	5,78	5,84	0,06	0,0036
11	X11	5,90	5,84	0,06	0,0036
12	X12	5,58	5,84	0,26	0,0676
13	X13	5,78	5,84	0,06	0,0036
14	X14	5,98	5,84	0,14	0,0196
15	X15	5,85	5,84	0,01	0,0001
16	X16	5,98	5,84	0,14	0,0196
17	X17	5,85	5,84	0,01	0,0001
18	X18	5,95	5,84	0,11	0,0121
19	X19	5,78	5,84	0,06	0,0036
20	X20	5,73	5,84	0,11	0,0121
	$\sum_{k=1}^{20}$	5,8475		0,0875	

Dari hasil pengukuran tersebut, maka Selanjutnya ditentukan nilai standar deviasi hasil pengukuran persegi sisi X pada pola persegi. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,0017. Nilai ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari hasil pengujian cukup baik.

$$\begin{aligned}
 SD &= \sqrt{\sum_{k=1}^n \left(\frac{(x - x_{rate})^2}{n-1} \right)} \\
 &= \sqrt{\frac{(5,8475 - 5,84)^2}{20-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(0,0075)^2}{19}} \\
 &= 0,0017
 \end{aligned}$$

3.1.2 Hasil Pengukuran Persegi Sisi Y

Nilai Y pada tabel merupakan hasil rata-rata sisi Y dari 20 kali pengujian. sedangkan nilai $Y - \bar{Y}$ adalah nilai rata-rata dari semua data hasil pengukuran. Dengan hasil ini maka diperoleh tingkat ketepatan mesin dengan penyimpangan rata-rata sebesar 0,099 mm. Nilai rata-rata hasil pengukuran pada sisi Y diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Ketepatan mencari Standar Deviasi Persegi Sisi Y

NO	Titik Pengukuran	Y	\bar{Y}	$Y - \bar{Y}$	$(Y - \bar{Y})^2$
1	X1	5,48	5,66	0,02	0,0004
2	X2	5,55	5,66	0,11	0,0121
3	X3	5,79	5,66	0,13	0,0171
4	X4	5,88	5,66	0,22	0,0484
5	X5	5,78	5,66	0,12	0,0144
6	X6	5,73	5,66	0,07	0,0049
7	X7	5,76	5,66	0,1	0,0100
8	X8	5,88	5,66	0,22	0,0484
9	X9	5,75	5,66	0,09	0,0081
10	X10	5,48	5,66	0,18	0,0324
11	X11	5,70	5,66	0,04	0,0016
12	X12	5,80	5,66	0,14	0,0196
13	X13	5,63	5,66	0,03	0,0009
14	X14	5,70	5,66	0,04	0,0016
15	X15	5,68	5,66	0,02	0,0004
16	X16	5,60	5,66	0,06	0,0036
17	X17	5,55	5,66	0,11	0,0121
18	X18	5,63	5,66	0,03	0,0009
19	X19	5,80	5,66	0,14	0,0196
20	X20	5,55	5,66	0,11	0,0121
	$\sum_{k=1}^{20}$	5,6860		0,099	

Dari hasil pengukuran tersebut, maka selanjutnya ditentukan nilai standar deviasi hasil pengukuran persegi sisi Y pada pola persegi, dari hasil perhitungan diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,0013. Nilai ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari hasil pengujian cukup baik.

$$\begin{aligned}
 SD &= \sqrt{\sum_{k=1}^n \left(\frac{(X-x)^2}{n-1} \right)} \\
 &= \sqrt{\frac{(5,6860 - 5,66)^2}{20-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(0,026)^2}{19}} \\
 &= 0,0013
 \end{aligned}$$

3.1.3 Hasil Pengukuran Diameter lingkaran

Nilai rata-rata hasil pengukuran pada pengujian diameter lingkaran diperlihatkan pada Tabel 3. Nilai diameter pada tabel merupakan hasil rata-rata dari 20 kali pengujian. sedangkan nilai $D - \bar{D}$ adalah nilai rata-rata dari semua data hasil pengukuran. Dengan hasil ini maka diperoleh tingkat ketepatan mesin dengan penyimpangan rata-rata sebesar 0,0648 mm.

Tabel 3 Data Ketepatan mencari Standar Deviasi mencari diameter pola lingkaran

NO	Titik Pengukuran	D	\bar{D}	$D - \bar{D}$	$(D - \bar{D})^2$
1	X1	7,83	7,88	0,06	0,004
2	X2	7,85	7,88	0,03	0,001
3	X3	7,91	7,88	0,03	0,001
4	X4	8,00	7,88	0,02	0,014
5	X5	7,97	7,88	0,09	0,008
6	X6	7,91	7,88	0,03	0,001
7	X7	7,85	7,88	0,03	0,001
8	X8	7,79	7,88	0,09	0,008
9	X9	7,83	7,88	0,06	0,003
10	X10	7,85	7,88	0,03	0,001
11	X11	7,94	7,88	0,06	0,004
12	X12	7,82	7,88	0,06	0,003
13	X13	7,85	7,88	0,03	0,001
14	X14	7,85	7,88	0,03	0,001
15	X15	7,77	7,88	0,11	0,013
16	X16	7,83	7,88	0,05	0,003
17	X17	7,91	7,88	0,03	0,001
18	X18	7,91	7,88	0,03	0,001
19	X19	7,94	7,88	0,06	0,004
20	X20	8,14	7,88	0,26	0,069
	$\sum_{k=1}^n$	7,8893		0,0648	

Standar deviasi hasil pengukuran pola persegi, dari hasil perhitungan diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,0047. Nilai ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari hasil pengujian cukup baik.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

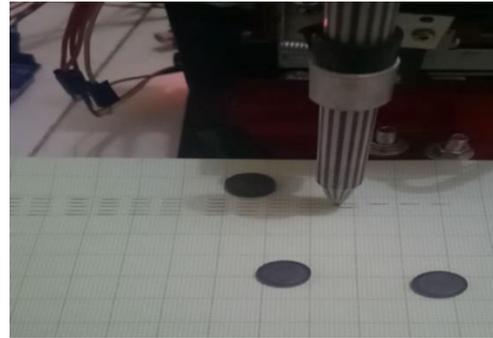
$$= \sqrt{\frac{(7,8893 - 7,98)^2}{20 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0,0907)^2}{19}}$$

$$= 0,0047$$

3.2 Hasil Pengujian Ketelitian Mesin CNC 3 axis

Pengujian ketelitian ditentukan dengan cara membuat pola garis dengan panjang sebesar 5 mm seperti terlihat pada Gambar 14. Nilai dari pengukuran tersebut selanjutnya dirata-rata kan untuk mencari standar deviasi dari hasil pengukuran.



Gambar 14 Hasil Pengujian Data Ketelitian

3.2.1 Hasil pengukuran Garis

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh ukuran garis yang dibuat oleh mesin dalam rentang 5 mm dan 5,5 mm seperti pada tabel 4. Kemampuan yang dapat dicapai oleh mesin adalah senilai 0,5 mm. Nilai X pada tabel merupakan hasil rata-rata sisi X dari 20 kali pengujian. sedangkan nilai $X - \bar{X}$ adalah nilai rata-rata dari semua data hasil pengukuran. Selanjutnya nilai rata-rata hasil pengukuran pada pengujian diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4 Data Ketepatan mencari Standar Deviasi mencari diameter pola lingkaran

No	Titik Pengukuran	X	\bar{X}	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{x})^2$
1	X1	5,03	5	0,03	0,001
2	X2	5,06	5	0,06	0,004
3	X3	5,12	5	0,12	0,014
4	X4	5,06	5	0,06	0,004
5	X5	5,06	5	0,06	0,004
6	X6	5,09	5	0,09	0,008
7	X7	5,09	5	0,09	0,008
8	X8	5,06	5	0,06	0,004
9	X9	5,03	5	0,03	0,001
10	X10	5,09	5	0,09	0,008
11	X11	5,09	5	0,09	0,008
12	X12	5,15	5	0,15	0,021
13	X13	5,06	5	0,06	0,004
14	X14	5,06	5	0,06	0,004
15	X15	5,06	5	0,06	0,004
16	X16	5,06	5	0,06	0,004
17	X17	5,09	5	0,09	0,008
18	X18	5,12	5	0,12	0,014
19	X19	5,09	5	0,09	0,008
20	X20	5,06	5	0,06	0,004
	$\sum_{k=1}^n$	5,0756		0,7757	

Standar deviasi hasil pengukuran objek penelitian pola garis. dari hasil perhitungan diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,0172, Nilai ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari hasil pengujian cukup baik.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(5,0756 - 5)^2}{20 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.0756)^2}{19}}$$

$$= 0,0172$$

3.3 Hasil Penentuan Area Kerja Mesin

Pengelolaan data luas area kerja sumbu X, Y dan Z untuk dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Ketepatan mencari Standar Deviasi Luas Area Kerja

No	Panjang sisi (x)	Panjang sisi (y)	Panjang sisi (z)
1	40	38	16
2	40	38	16
3	40	38	16
4	40	38	16
5	40	38	16
6	40	38	16
7	40	38	16
8	40	38	16
9	40	38	16
10	40	38	16
11	40	38	16
12	40	38	16
13	40	38	16
14	40	38	16
15	40	38	16
16	40	38	16
17	40	38	16
18	40	38	16
19	40	38	16
20	40	38	16
Rata - rata	40	38	16

Hasil rata rata pengukuran sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z konstan 40, 38 dan 16, dikarenakan proses pengujian dilakukan dengan manual dengan menggerakkan mesin dari nilai (0,0) hingga titik maksimalnya dan hasil yang diperoleh akan tetap sama.

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, luas area kerja mesin diperoleh senilai X = 40 cm, Y = 38 cm dan Z = 16. Pencapaian luas area kerja mesin ini dibatasi oleh panjang ball screw yang digunakan sehingga mesin tidak mampu bekerja melebihi nilai hasil pengujian di atas. Oleh karena nya untuk menjaga keamanan mesin maka pada semua ujung sumbu koordinat mesin di pasang limit swithc, sehingga apa bila spindel mesin bergerak melebihi batas area kerja maka mesin akan mati secara otomatis. Dengan kondisi ini maka mesin ini hanya mampu digunakan untuk produk-produk yang berukuran relatif kecil.

Selanjutnya ketelitian yang diperoleh berdasarkan hasil percobaan adalah sebesar 0,5 mm. Mengacu kepada fungsi mesin sebagai mesin kontrol numerik, maka tingkat ketelitian 0,5 mm relatif kurang baik untuk proses pemesinan karena hasil yang akan diberikan cenderung memiliki penyimpangan yang cukup besar. Hal ini terjadi karena sebagian komponen mesin yang terbuat dari

limbah bekas komputer, dimana komponen limbah komputer memiliki dimensi yang tidak seragam antara yang satu dengan yang lain nya, sehingga cenderung menyebabkan ketelitian mesin menjadi lebih rendah

Selanjutnya ketelitian mesin menjadi kurang baik juga dipengaruhi oleh mesin yang dirakit *assembly* secara manual sehingga kekurangan-kekurangan berupa kelonggaran dan defleksi sangat mungkin terjadi pada mesin. Akibatnya pergerakan pada mesin menjadi tidak sempurna, sehingga ketelitiannya menjadi kurang baik.

kemudian bagian-bagian komponen mesin CNC milling 3 Axis yang mempengaruhi ketelitian benda kerja yaitu *Screw* dan *nut* Pada mesin CNC milling ini menggunakan *power screw dan nut*. Pemakaian *screw* untuk transmisi pada mesin CNC ada beberapa kelemahan yaitu adanya *bucklass* sehingga ketelitian dan ketepatan menjadi berkurang dan gesekan yang tinggi. Jika dipakai terus menerus bisa mengakibatkan ketelitian mesin semakin berkurang karena adanya penikisan material akibat gesekan screw dan nut. Untuk mendapatkan mesin CNC yang ketelitian dan ketepatan transmisi yang baik digunakan adalah *ball screw*.

Selanjutnya ketepatan yang diperoleh berdasarkan hasil percobaan pengukuran persegi sisi X sebesar 0,087 mm, kemudian persegi sisi Y adalah sebesar 0,099 mm dan lingkaran untuk mengetahui diameter 0,064 mm. Mengacu kepada fungsi mesin sebagai mesin kontrol numerik, maka tingkat ketepatan relatif baik untuk proses pemesinan karena hasil yang akan diberikan cenderung memiliki penyimpangan yang kecil.

5. Kesimpulan

Pengujian performa protipe mesin CNC Milling 3 Axis merupakan penelitian yang dilakukan untuk menguji mesin agar dapat dioperasikan dan dikendalikan dengan sistem komputer. Dalam penelitian ini telah dilakukan beberapa langkah prosedur menjalankan mesin sehingga dapat bekerja dengan baik. Dari hasil yang telah diperoleh dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain adalah:

- Luas Area Optimal dari mesin CNC *milling* adalah 40 mm x 38 mm x 16 mm.
- Hasil pengujian nilai Ketelitian garis: 0,5 mm.
- Hasil pengujian nilai ketepatan yang telah dilakukan pada pada mesin CNC *milling* adalah:
 - Pola Garis Sumbu X : 0,087 mm.
 - Pola Garis Sumbu Y : 0,099 mm
 - Pola Lingkaran : 0,064 mm

6. Daftar Pustaka

- [1] Islami, Fadli. 2013. *RancangBangun Prototype Mesin CNC*. Padang: Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Andalas.
- [2] Naldy, Devri. 2016. Perancangan dan Analisis Struktur Mekanik Prototipe Mesin CNC Milling 3 Axis, Skripsi, Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Riau Pekanbaru.
- [3] Syaifudin, Muhammad. 2017. Pengaruh Kesalahan Dimensi Terhadap ketelitian gerak output mesin Milling 3 axis, Skripsi, Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Riau Pekanbaru
- [4] Rochim, Taufik. 2001, Spesifikasi, Metroogi, Dan kontrol kualitas Geometric 1. ITB. Bandung.
- [5] Okumoto & Matsuzaki, Approach to Accurate Production of Hull Structure, 1997, Journal of Ship Production, Vol. 13, No. 3, 207-214.