

ALAT PEMOTONG ALUMINIUM BERBASIS CNC ROUTER

I Kadek Marta Mardika¹⁾, I Wayan Teresna²⁾, dan I Made Purbhawa³⁾, Kadek Amerta Yasa⁴⁾, Anak Agung Ngurah Made Narottama⁵⁾, Anak Agung Ngurah Gde Sapteka⁶⁾

¹⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361

²⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361

³⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361

⁴⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361

⁵⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361

⁶⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361

E-mail: martadika10@gmail.com

Abstract

CNC (Computer Numerical Control) machine is a machine that is controlled by a computer using a numeric language. CNC routers are commonly used in industries such as car frame making, wood engraving, cliff cutting and many other CNC machines. From this article, the author aims to develop a router machine using CNC-based control or Computer Numerical Control as an automatic aluminum cutting assistant. The CNC machine has three axes namely X, Y, and Z which are driven by a stepper motor with a linear axis as the track and screw leads as the transition axis. The stepper motor is driven by a driver controlled the Machine Control Unit. The results of the experiment were carried out by changing the Steps/parameters then printed in the form of a rectangular object according to the design with a size of 40mm × 40mm with a depth of 2.7mm. The test results show the error on the X and Y axes of the tool is 0.25%, while on the Z axis the error value reaches 3.2%.

Keywords: CNC (Computer Numerical Control), Router, Stepper Motor, MCU, Calibration

Abstrak

Mesin CNC (Computer Numerical Control) merupakan suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik. CNC router biasa digunakan di industri seperti pembuatan rangka mobil, pembuatan gravir kayu, pemotong akrilik dan masih banyak kegunaan CNC mesin. Dari artikel ini, penulis mempunyai tujuan untuk mengembangkan sebuah mesin router dengan menggunakan kontrol berbasis CNC atau Computer Numerical Control sebagai pembantu pemotongan aluminium secara otomatis. Mesin CNC memiliki tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z yang digerakkan oleh motor stepper dengan linear shaft sebagai lintasan dan lead Screw sebagai transisi sumbu. Motor stepper digerakkan oleh driver yang dikontrol oleh Machine Control Unit. Hasil percobaan dilakukan dengan merubah Steps/parameter kemudian dicetak dalam bentuk objek segi empat sesuai dengan desain dengan ukuran 40mm × 40mm dengan kedalaman 2,7mm. Hasil pengujian menunjukkan error pada X dan Y axis alat yaitu sebesar 0,25%, sementara pada Z axis nilai error mencapai 3,2%.

Kata Kunci: CNC (Computer Numerical Control), Router, Motor Stepper, MCU, Kalibrasi

PENDAHULUAN

Dalam dunia teknologi dan dunia industri peran mesin sangatlah penting dalam melakukan proses produksi. Salah satunya contohnya yaitu mesin *CNC router* berteknologi canggih yang diprogram oleh komputer dengan cara memasukan data yang telah diinput oleh operator ke MCU sehingga mesin *CNC router* ini dapat melakukan beberapa pekerjaan seperti halnya pada mesin konvensional dengan cepat dan tepat.

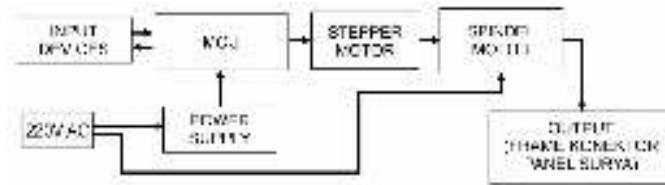
Bagian mesin *CNC* pada umumnya terdapat sistem mekanik dan sistem elektrik dalam pengoperasiannya. Dimana system mekanik terdiri dari motor *stepper* dan rel sebagai mekanik, sementara kontroller mesin yang menggunakan Machine Control Unit (MCU) sebagai sistem elektroniknya. Untuk menjalankan kedua sistem tersebut diperlukan software untuk mengontrol mesin *CNC* tersebut adalah Universal G-Code Sender (UGS).

Pada penelitian yang dilakukan oleh I Kadek AAN Sutawan (2019) mesin *CNC* yang dibuat diimplementasikan untuk memotong kayu dan hasil akurasi yang didapat untuk setiap sumbu berkisar antara 99,69% sampai 99,83% dan dinilai cukup baik. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini mesin *CNC* yang dibuat ditingkatkan kemampuannya untuk memotong Aluminium dengan ketebalan 2,7mm. Kemudian hasil pemotongan mesin *CNC* ini dapat diimplementasikan untuk pemotongan frame konektor solar panel, plakat, braker aluminium, dan lain sebagainya.

Pada artikel ini penulis membahas tentang tingkat kesesuaian pemotongan aluminium berbasis *CNC Router* dengan desain yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan hasil pemotongan aluminium dari percobaan kalibrasi. Bahan yang digunakan dalam pengujian yaitu aluminium berukuran 4mm×4mm dengan ketebalan 2,7mm. Pemotongan bahan aluminium *alloy* sesuai dengan desain telah dibuat. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan mata End Mill yang dikerjakan oleh mesin *CNC Router*.

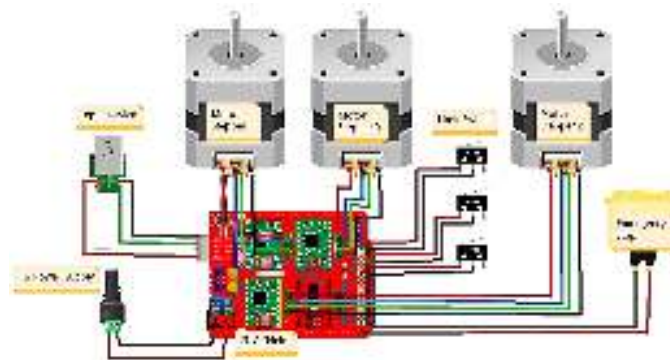
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui studi literatur yang berhubungan dengan perancangan mesin *CNC router*, Arduino dan motor *stepper*. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem mencakup perangkat mekanik dan elektronik yang digunakan. Blok diagram perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 1.



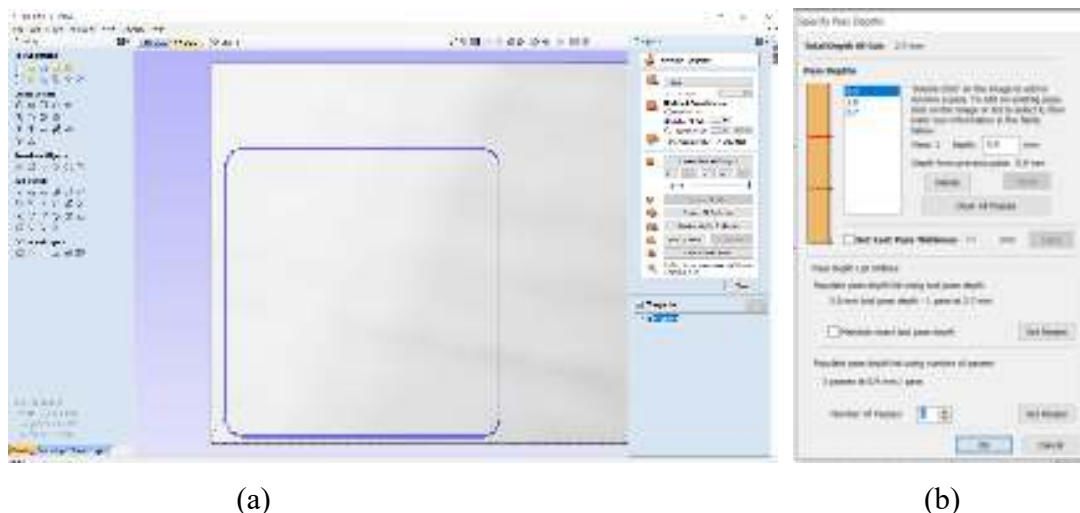
Gambar 1. Rancangan alat

Pembuatan alat pemotong aluminium memerlukan Arduino Uno sebagai unit kendali (*control unit*) mesin, CNC Shield dan DRV8825 sebagai penggerak motor stepper. Mikrokontroler membaca perintah berupa G-Code yang kemudian diteruskan ke driver motor. Driver motor berfungsi sebagai penguat sinyal dari mikrokontroler sehingga mampu menggerakkan motor stepper.



Gambar 2. Rangkaian skematik sistem

Pembuatan desain untuk pengujian pemotongan aluminium dilakukan menggunakan *software* Vectric Aspire. Ukuran aluminium yang akan dipotong 40mm x 40mm dengan ketebalan 2,7mm.



Gambar 3. (a) Desain Media Potong, (b) Pemotongan dibagian Z axis

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam perancangan alat, seperti perhitungan kalibrasi pada step/mm dan presentase perhitungan *error* (persamaan 3). Untuk mencari nilai kalibrasi perlu perhitungan step/mm motor stepper (persamaan 1) dan perhitungan jumlah ulir pada pada ulir daya (persamaan 2). Adapun perumusan dalam perhitungan kalibrasi dan selisih nilai *error* :

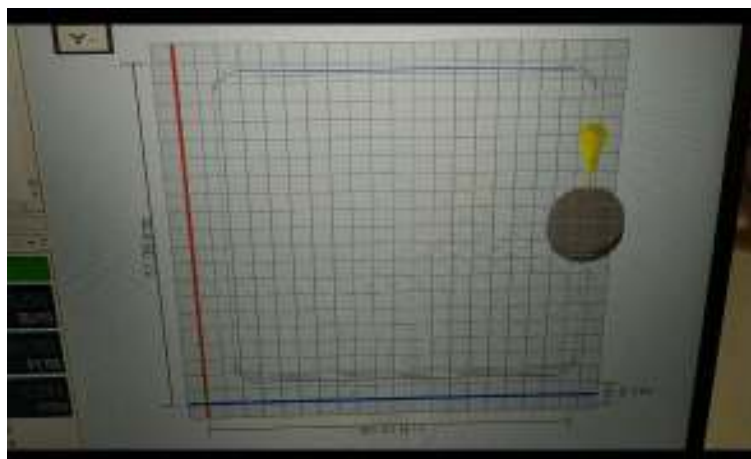
$$\text{Steps/mm motor} = \frac{\left(\frac{360}{\text{Derajat Step Motor}}\right) \times \left(\frac{1}{\text{Mikrostepper}}\right)}{\text{Jarak Antar Gigi}} \quad (1)$$

$$\text{Step/mm} = \frac{\text{Step per milimeter motor}}{\text{Jumlah Ulir}} \quad (2)$$

$$\text{Persentase error \%} = \frac{|\text{Hasil Pengujian} - \text{Nilai sebenarnya}|}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100 \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Software kendali pada alat pomotong aluminium ini menggunakan *Universal G-code Sender* (UGS). Dimana perangkat lunak ini akan mengunggah kode G ke mesin CNC router yang kemudian mesin CNC bergerak sesuai perintah yang dimasukkan. Pemotongan dicetak dalam bentuk objek segi empat sesuai dengan desain dengan ukuran 40mm × 40mm dengan kedalaman 2,7mm.



Gambar 4. Tampilan UGS



Gambar 5. Mesin CNC Router

Untuk mengetahui tingkat ketepatan mesin dalam memotong plat aluminium, penulis melakukan beberapa percobaan dan kalibrasi pada mesin CNC Router. Berikut langkah percobaan yang dilakukan :

Pada tabel 1 menunjukkan hasil perbandingan pengukuran jarak yang terukur dengan jarak yang ditentukan sebelum dilakukannya kalibrasi.

Tabel 1
Pengukuran Jarak Axis Sebelum Kalibrasi

Jumlah Percobaan	Hasil Yang Ditetapkan	X Axis	Y Axis	Z Axis
1 kali	50mm	15,3mm	15,3mm	15,3mm
2 kali	50mm	15,3mm	15,3mm	15,3mm
3 kali	50mm	15,3mm	15,3mm	15,3mm
4 kali	50mm	15,3mm	15,3mm	15,3mm
5 kali	50mm	15,3mm	15,3mm	15,3mm



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Pengukuran X Axis, (b) Pengukuran Z Azis

Perhitungan nilai error pada sumbu X sebesar 69,4%, pada sumbu Y sebesar 69,4%, dan Z 69,4 %.

Untuk mendapatkan hasil ketepatan pergerakan masing-masing sumbu yang sesuai, perlu dilakukan kalibrasi. Berikut cara kalibrasi seperti pada persamaan 1:

$$\text{Steps} = \frac{\left(\frac{360}{1,8^\circ}\right) \times \left(\frac{1}{\frac{1}{32}}\right)}{2} = 3200$$

Kemudian hasil kalkulasi atau sesuai perhitungan hasil *step/mm* motor dibagi jumlah ulir daya. Dikarenakan *lead screw* yang digunakan empat *Star*, maka

$$\text{Step/mm} \frac{3200}{4} = 800$$

Jadi *step/mm* setiap axis dimasukkan pada *console* (UGS) adalah 800.

Tabel 2
Pengukuran Jarak Axis Sesudah Kalibrasi

Jumlah Percobaan	Hasil Yang Ditetapkan	X Axis	Y Axis	Z Axis
1 kali	50mm	49,9mm	49,9mm	49,9mm
2 kali	50mm	49,9mm	49,9mm	49,9mm
3 kali	50mm	49,9mm	49,9mm	49,9mm
4 kali	50mm	49,9mm	49,9mm	49,9mm
5 kali	50mm	49,9mm	49,9mm	49,9mm



(a)

(b)

Gambar 6. (a) Hasil Pengukuran X Axis, (b) hasil Pengukuran Y Axis

Berdasarkan tabel 2 diatas juga dapat dilakukan perhitungan tentang nilai *error* yang didapatkan dari hasil pengukuran setelah dilakukannya kaliberasi. Perhitungan nilai *error* dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan 3 sebagai berikut :

$$\text{X Axis} = \frac{|49,9 - 50|}{50} \times 100 = 0,2 \%$$

$$\text{Y Axis} = \frac{|49,9 - 50|}{50} \times 100 = 0,2 \%$$

$$\text{Z Axis} = \frac{|49,9 - 50|}{50} \times 100 = 0,2 \%$$

Dari perhitungan nilai *error* setelah kalibrasi didapatkan nilai *axiz* yang lebih baik yaitu dengan *error* jarak sebesar 0,2% pada masing – masing *axiz*.

Setelah melakukan kalibrasi dan pengukuran jarak, selanjutnya penulis melakukan pengujian terhadap hasil pemotongan aluminium yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3
Pengukuran Hasil Pemotongan Aluminium

Jumlah Percobaan	Hasil Yang Ditetapkan	X Axis	Y Axis	Z Axis
1 kali	40mm	39,8mm	39,8mm	0,9mm
2 kali	40mm	39,8mm	39,8mm	1,8mm
3 kali	40mm	39,8mm	39,8mm	2,8mm



(a)

(b)

Gambar 7. (a) Hasil Pengukuran Pemotongan pada X Axis, (b) Hasil Pengukuran Pemotongan Pada Y Axis

Berdasarkan tabel 2 diatas juga dapat dilakukan perhitungan tentang nilai *error* yang didapatkan dari hasil pengukuran setelah dikalibrasi. Perhitungan nilai *error* dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan *error* sebagai berikut.

$$X \text{ Axiz} = \frac{|39.9 - 40|}{40} \times 100 = 0,25 \%$$

$$Y \text{ Axiz} = \frac{|39.9 - 40|}{40} \times 100 = 0,25 \%$$

Untuk Z Axiz dihitung setiap layer yang dipotong. Layer pertama adalah 3,2%, untuk layer kedua adalah 3,2%, untuk layer ketiga adalah 0%

SIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat pemotong aluminium tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan. Nilai *error* pemotongan aluminium pada sumbu X 0,25%, nilai *error* pada sumbu Y 0,25%, dan nilai *error* pada sumbu Z sampai 3,2%. Dari analisa data yang didapat menunjukkan saat alat memotong aluminium terjadi peningkatan nilai error pada alat pemotong aluminium berbasis CNC Router yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Sutawan, I, K, A. (2019). *Rancang Bangun Mesin Router Berbasis CNC (Computer Numerical Control) Untuk Kerajinan Kayu*. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Bali.
- Susilawati. (2011). *Penggunaan Simulator Mesin CNC Dan Pemberian Tugas Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mata Diklat CNC Dasar Di SMK Nasional Berbah Yogyakarta*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Mesin. Universitas Negeri Yogyakarta
- Zulfikar, Z., Syafri. (2017). *Proses Produksi Prototipe Mesin cnc Router 3-axis*. FTEKNIK, vol. 4, no.2
- Alif, M, N. (2021). *Uji Performa Mesin CNC Frais 3 Axis*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Pancasakti Tegal.
- Surahman, H. (2017). *Peningkatan Efisiensi Mesin CNC Milling Di PT. Twintect Precision*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. President University
- Salam, A., Iswar, M., Rafaldi, M., Malik, S., Putra, K. (2019). *Rancang Bagun Mesin CNC Router Mini Untuk Pembelajaran Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat. Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Ujung Pandang: Makasar.
- Prabowo, G. (2016). *Analisa Pengaruh Sumbu X Proses Kalibrasi Pada Mesin CNC Router 3 Axis*. Publikasi Ilmiah. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Muhamadiyah Surakarta: Surakarta.
- Wibowo, W, A., (2017), *Rancang Bangun Woodworking CNC Machine (WCM) 3 Axis (X,Y, Dan Z) Menggunakan Motor Stepper Mach3 PC Base*. Tugas Akhir. Tidak Diterbitkan. Fakultas Vokasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Putra, O, A., (2020), *Pengembangan Produk Ukir Berbasis 3 Dimensi Untuk Mesin CNCI*, Jurnal KomtekInfo, vol. 7, e-ISSN : 2502-8758, Page : 293-301.
- Paiu, I., Androne, A., Coşoreanu, C., (2020), *CAD-CAM-CAE In Wood Industry. A Case Study For Perforated Ornaments Processed On CNC Router*, PRO LIGNO, vol. 16, ISSN-L 1841-4737, pp. 60-67.