

Rancang Bangun Dan Penambahan Fungsi *Lathe* Pada Mesin *CNC Router 3 Axis*

Muhammad Ridwan, Muh. Faqih Joko Saputra, Muhammad Nur[#], Fauziah

Jurusan Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa

JL. Kapasa Raya, Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi selatan, Indonesia

[#]muhammadnur@politeknikbosowa.ac.id

Abstrak

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) pada umumnya banyak dijumpai di industri skala besar maupun skala menengah. Hanya saja, dalam penggunaannya membutuhkan biaya yang sangat besar jika untuk UKM, khususnya di industri kreatif. Untuk mengatasi hal ini, perlu dirancang mesin *CNC Router* untuk pengerjaan material non logam, guna meningkatkan efisiensi produksi dengan biaya yang sedikit. Mesin *CNC Router* yang hanya mampu memproses material non logam seperti kayu, ACP (*Aluminium Composite Panel*), *Plywood*, dan Akrilik, dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan mesin *CNC Router 3 Axis* dan penambahan fungsi *lathe* di dalamnya. Metode yang digunakan adalah merancang konstruksi mesin, melakukan penentuan microstepping pada setiap driver motor X1, X2, Y dan Z. Dalam pengoperasian mesin *CNC* ini menggunakan microstepping TB6600 yang memiliki fungsi untuk menggerakkan sumbu X1, X2, Y dan Z, dimana tegangan sinyal pulsa dari driver motor yang dikirimkan ke motor *stapper* agar menghasilkan gerak gerak pada setiap sumbu. Berdasarkan perancangan, pembuatan dan pengujian keseluruhan alat yang telah kami buat, kami telah berhasil merancang dan membangun mesin *CNC 3 axis* dengan penambahan fungsi *lathe* dengan tingkat akurasi 94% - 96%.

Kata kunci: *CNC Router, Engraving Machine, GRBL*

Abstract

CNC (Computer Numerical Control) machines are generally found in large-scale and medium-scale industries. It's just that, its use requires a very large cost if it is for SMEs, especially in the creative industry. To overcome this, it is necessary to design a CNC Router machine for working on non-metallic materials, in order to increase production efficiency at a small cost. CNC Router machine which is only able to process non-metallic materials such as wood, ACP (Aluminum Composite Panel), Plywood, and Acrylic, in this study was carried out the design and manufacture of a 3 Axis CNC Router machine and the addition of a lathe function in it. The method used is to design the construction of the machine, perform microstepping determination on each motor driver X1, X2, Y and Z. In the operation of this CNC machine, it uses the TB6600 microstepping which has a function to drive the X1, X2, Y and Z axes, where the pulse signal voltage from the motor driver is sent to the stapper motor in order to produce motion on each axis. Based on the design, manufacture and overall testing of the tools we have made, we have successfully designed and built a 3 axis CNC machine with the addition of a lathe function with an accuracy rate of 94% - 96%.

Keywords: *CNC Router, Engraving Machine, GRBL*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan mesin berteknologi *Computer Numerical Control (CNC)* semakin berkembang. Pekerjaan menggunakan *CNC* dapat mengoptimalkan proses pembuatan produk, pengrajin kayu perlu didorong untuk menggunakan teknologi mesin router *CNC 3-axis* [1]. Penggunaan mesin *CNC* dapat dijumpai pada industri skala besar sampai skala menengah. *CNC turning, milling, grinding* dan lainnya memiliki fungsi yang dapat

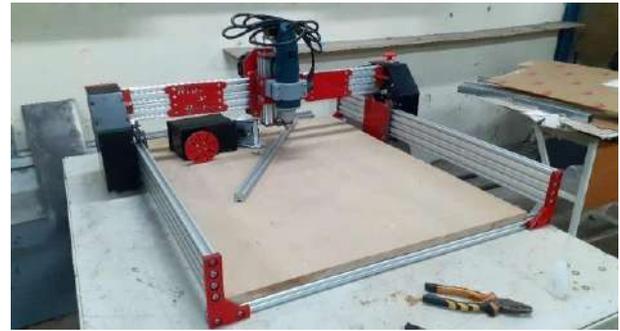
membuat komponen yang dapat diproduksi berkali-kali dengan akurasi dan presisi yang tepat [2]. Produk yang dihasilkan oleh mesin *CNC* diperintahkan lewat suatu program yang biasa disebut *G-code* yang terdapat dalam komputer. Program ini terdapat serangkaian kode intruksi dalam bentuk numerik (*Numerical Code*). *CNC* yang didesain dari produk yang akan dibuat beserta urutan proses permesinannya. Komputer berfungsi sebagai kontrol terhadap mesin *CNC* [3]. Media kerja datar seperti kayu, akrilik, dan *ACP* dapat dikerjakan

dengan mesin *CNC 3 axis*, untuk membantu memenuhi kebutuhan industri kreatif [4]. Media datar bukan satu satunya media yang dapat digunakan untuk kegiatan kreatif, media silinder juga harus dimanfaatkan untuk dapat memaksimalkan kegiatan produktif khususnya pada UKM yang bergerak di bidang pertukangan kayu. Karena itu, penelitian ini mengambil judul “Rancang Bangun Dan Penambahan Fungsi *Lathe* Pada *Router 3 Axis*” dengan penambahan *Axis Lathe* di base mesin. Penambahan fungsi *lathe* yang berspesifikasi diameter 80mm dan panjang 250mm digunakan sebagai penampang media kayu yang berbentuk silinder. Adapun beberapa Road Map di bawah sebagai acuan dalam merancang alat ini. Road Map pertama rancang bangun *woodworking CNC machine (WCM) 3 axis (X, Y, dan Z)* menggunakan motor *stepper* nema 23, perancangan mesin *CNC* kayu dilakukan dengan proses desain untuk menentukan dimensi mesin, menentukan perhitungan, dan menentukan spesifikasi kebutuhan motor[5], hasil perancangan alat ini menggunakan *software* mach3 sebagai kontroller mesin dan menggunakan motor *stepper* sebagai penggerak mesin [5]. Road Map kedua rancang bangun mesin *CNC Lathe Mini 2 Axis* mesin sebagai contoh dalam pembuatan poros bertingkat dan ulir, menggunakan mesin *CNC* bubut diperoleh hasil yang lebih cepat, tingkat ketelitian lebih akurat, dan pengerjaan yang berulang akan cenderung tetap atau konsisten [6]. Road Map ketiga rancang bangun mesin *CNC 3 Axis* dengan menggunakan sistem kontrol *android*, mesin *CNC* ini dibuat menggunakan jenis rangka *close frame structure* yang dirakit dengan komponen *ballscrew*, komponen *ballscrew* digunakan untuk merubah gerakan rotasi yang dihasilkan dari motor *stepper* menjadi gerak translasi untuk menggerakkan sumbu kerja mesin *CNC*, pengujian mesin *CNC* milling berupa kepresisian jarak yang ditempuh sesuai dengan input dan percobaan milling berbentuk gambar atau tulisan tertentu [7].

Pada sistem penelitian menambahkan *Lead Screw, Frame Aluminium V Slot, GT2 Belt*[8], *Homade chuck as rotary, V Wheel, dan Gantry plate*. Pada metode rancangan mekanik mesin dan rancangan untuk sistem kontrol menggunakan Mikrokontroler Atmega328 dan firmware GRBL.

II. METODE PENELITIAN

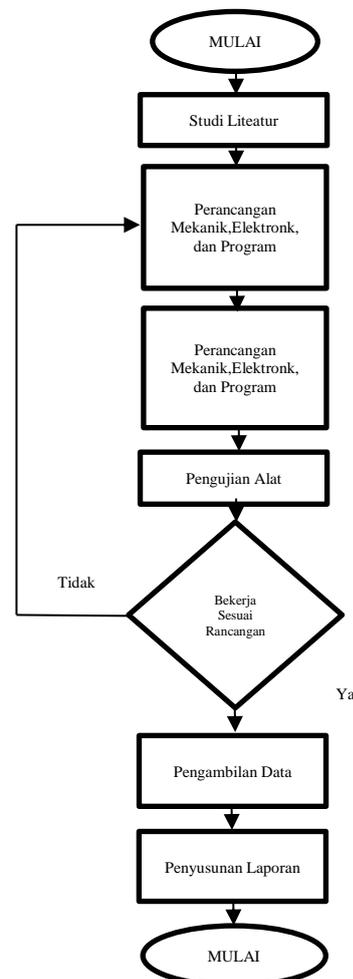
Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental, diantaranya proses perancangan, proses pembuatan dan perakitan serta proses pengujian.



Gambar 1. Mesin CNC Router Dengan Penambahan Fungsi *Lathe* Pada Base Mesin

Mesin *CNC Router* dapat dilihat pada Gambar 1, bahwa alat yang akan dirancang menggunakan aluminium *Vslot 2040* dengan tebal 2cm dan *ACP(Aluminium Composite Panel)* sebagai plat *gantry* pada rangka mesin serta dimensi yang dimiliki mesin yaitu panjang 780mm, lebar 780 mm dan tinggi 130 mm. Sedangkan untuk dimensi pada *lathe* yaitu panjang 250mm dan *chuck rotary* berdimensi maksimal 60mm.

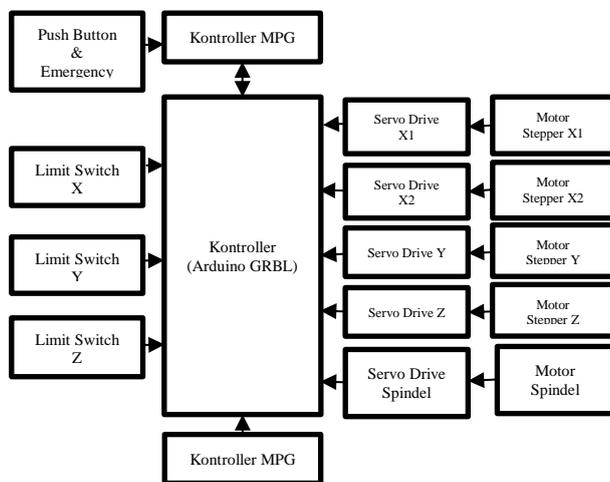
Gambar 2 merupakan diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 2. Diagram alir

Pada metode ini, mesin yang sudah dirancang diuji coba apakah bekerja sesuai dengan rancangan atau tidak. Diagram alir pada Gambar 2, proses penelitian diawali dengan studi literatur, di bagian studi pustaka penelitian ini mengumpulkan informasi dari buku, internet, dan lapangan untuk menentukan judul yang diangkat.

Gambar 3 merupakan diagram blok dari mesin *CNC router 3 axis* dengan fungsi *lathe* yang terdiri dari input, proses dan output. Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3 input di mulai dari kontroler atau pc berupa *g-code*, kemudian akan di proses oleh mikrokontroler untuk di kirimkan pada *driver* motor TB6600 untuk motor *stepper* nema 23 pada tiap sumbu[9]. Selanjutnya *spindel* akan aktif sehingga proses pemotongan pada media kerja.



Gambar 3. Blok Diagram

Mesin *CNC* ini akan dikontrol langsung oleh Mikrokontroler Atmega 328, yang dimana motor akan bergerak secara otomatis [10] sesuai dengan perintah program. *Motion* dari mesin ini berupa motor stepper sebagai penggerak dan motor *spindle* sebagai alat untuk proses cutting [11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini terdapat hasil dan analisa dari uji coba pengujian sistem dari mesin *cnc router 3 axis* dengan fungsi *lathe* :

A. Pengaturan Kalibrasi Sumbu X1, X2, Y dan Z

Pada pengaturan pergerakan sumbu X1, X2, Y, dan Z pada alat ini yaitu menggunakan *driver* motor TB6600 di mana penulis mengatur langkah yangtelah diatur ke 1/16 agar didapatkan proses pemotongan pada media kerja kayu, acp dan akrilik secara tepat dan maksimal. Berikut merupakan tabel dan datanya.

Berikut adalah Tabel 1 nilai kalibrasi pada setiap sumbu X1, X2, Y, dan Z.

Tabel 1. Nilai Kalibrasi Tiap Sumbu

Sumbu	Ns	Mc	Revolusioner	Result
X1	32	3200		100
X2	32	3200	6400	200
Y	32	3200		100
Z	8	3200		400

$$\frac{360 \text{ Degree} / 1 \text{ rev}}{\text{degree/step}} = \frac{360^\circ / 1}{1,8^\circ / 1} = 200 \frac{\text{Step}}{\text{rev}}$$

Untuk mendapatkan keliling *pitch* = jarak antar gigi(*pitch*) x (*teeth*) jumlah gigi. Di mana driver TB660 mampu meningkatkan jumlah langkah, diatur ke 1/16 *micro stepping* yang akan sama menjadi 200 x 16 = 3200 langkah[12].

Diketahui :

Keliling *pitch belt* = 32 mm

Keliling *pitch leadscrew* = 8 mm

Pitch = 2 mm

Timming Pulley = 16 *Teeth*

Star Ulir = 4 Ulir

Microstepping(Mc) = 3200

1. Kalibrasi pada sumbu X1 sebagai berikut.

Keliling *pitch* = 2 x 16 *teeth*

= 32 mm

Result = 3200 / 32

= 100

2. Kalibrasi pada sumbu X2 sebagai berikut.

Step Revolusioner = 3200 x 2 = 6400

Keliling *pitch* = 2 x 16 *teeth*

= 32 mm

Result = 6400 / 32

= 200

3. Kalibrasi pada sumbu Y sebagai berikut.

Keliling *pitch* = 2 x 16 *teeth*

= 32 mm

Result = 3200 / 32

= 100

4. Kalibrasi pada sumbu Z sebagai berikut.

Keliling *pitch* = 2 x 4 *teeth*

= 8 mm

Result = 3200 / 8

= 400

B. Pengukuran Uji Akurasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat presisi alat ini. Pengujian ini tentang pengukuran 6 baris garis dengan ukuran yang berbeda dan kedalaman masing-masing 1 mm dengan menggunakan mata *endmill singleflute* 3mm dengan kecepatan *spindel* 12000rpm.

Tabel 2 merupakan proses pengukuran uji akurasi pada setiap desain yang dibuat.

Tabel 2. Pengukuran Uji Akurasi

Desain	Pengukuran Panjang (mm)	Akurasi (%)
50	48	96
45	43	95
40	38	95
35	33	94
30	29	96
25	24	96

Pengujian di atas dilakukan untuk mengetahui tingkat presisi pemotongan. Pengujian ini dilakukan dengan 6 kali percobaan, dengan ukuran garis yang berbeda beda. Percobaan 1 sampai dengan percobaan 4 memiliki selisih 2mm, kemudian percobaan 5 dan 6 memiliki selisih 1mm dapat disimpulkan jika desain yang memiliki ukuran lebih besar memiliki tingkat akurasi yang kurang dari 100%.

C. Pengukuran Uji Kecepatan

Tes kecepatan dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut terhadap kecepatan dalam pembentukan objek. Masukan untuk pengujian ini adalah berbagai desain yang akan dibentuk menyerupai beberapa bentuk 2D. Dengan kedalaman ukiran 1 mm pada akrilik menggunakan mata *endmill single flute* 3mm. Desain yang diunggah akan dihitung waktunya menggunakan *stopwatch* untuk melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk setiap desain yang akan dibuat.

Tabel 3 merupakan proses pengukuran uji kecepatan pada setiap desain.

Tabel 3. Pengukuran Uji Kecepatan

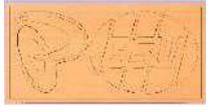
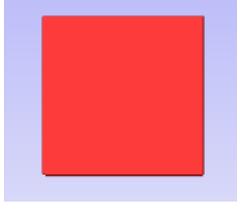
Desain (mm)	Kedalaman (mm)	Waktu Tempuh (sec)
Lingkaran Ø20	1	9
Segi Tujuh Ø10	1	5
Segi Enam Ø10	1	10
Lingkaran Ø20	1	9

D. Proses Pemotongan Material

Data pemotongan material kayu, acp dan akrilik diambil berdasarkan dimensi yang telah di desain pada *software* dan pengukuran secara langsung.

Berdasarkan Tabel 4, pengukuran material dihitung berdasarkan ukuran yang terdapat pada *software Aspire Vectric* dan ukuran yang didapatkan pada hasil pemotongan.

Tabel 4. Desain dan hasil

Desain (mm)	Hasil Pengukuran (mm)
Logo Politeknik Bosowa (280mm x 120mm) 	270mm x 110mm 
Subhanallah (280mm x 120mm) 	270mm x 110mm 
60mm x 60mm 	59mm x 59mm 
Diameter luar 40mm Diameter dalam 12mm 	Diameter luar 39mm Diameter dalam 11mm 
122mm x 22mm 	121mm x 21mm 

IV. KESIMPULAN

Dalam pengoperasian mesin CNC ini penelitian ini menggunakan microstepping TB6600 yang memiliki fungsi untuk menggerakkan sumbu X1, X2, Y dan Z, dimana tegangan sinyal pulsa dari driver motor yang dikirimkan ke motor *stepper* agar menghasilkan gerak gerak pada setiap sumbu. Berdasarkan perancangan, pembuatan dan pengujian keseluruhan alat yang telah dibuat, telah berhasil merancang dan membangun mesin CNC 3 axis dengan penambahan fungsi *lathe* dengan tingkat akurasi 94% - 96%. Adapun perubahan ukuran pada *software* dan pengukuran secara langsung dipengaruhi oleh mata pahat yang memiliki ketebalan 3mm. Namun mesin yang telah kami rancang memiliki batasan yaitu pada *belt*, dimana *pitch* pada *belt* yang memiliki ukuran 2mm terjadi kerenggangan hingga 1 – 2mm, hal ini di akibatkan oleh beban gerakan pada *pulley* motor *stepper*. Ukuran media kerja yang dapat di kerjakan yaitu 600mm x 600mm x 100mm, sedangkan untuk media kerja *lathe* memiliki ukuran 250mm dengan dimensi 60mm.

REFERENSI

- [1] S. S, P. P, and H. Prawibowo, "Wooden Mask Making Techniques With 3 Axis Cnc Router Machine," *Int. J. Innov. Res. Adv. Eng.*, vol. 7, no. 11, pp. 384–390, 2020, doi: 10.26562/ijirae.2020.v0711.002.
- [2] M. Saidiman, M. Satya Nugroho, Subekti, and A. Hamid, "Karakteristik Dinamik Computer Numerical Control Milling Router 4 Axis," *Sist. J. Ilm. Nas. Bid. Ilmu Tek.*, vol. 9, no. 2, pp. 33–43, 2021, doi: 10.53580/sistemik.v9i02.62.
- [3] I. Journal, "IRJET- Design and Development of Portable 3-Axis CNC Router Machine".
- [4] M. D. Cookson and P. M. R. Stirk, "Fabrication CNC Integration," vol. 3, no. 1, pp. 19–24, 2019.
- [5] W. A. Wibowo, "Rancang bangun woodworking cnc machine (wcm) 3 axis (x,y, dan z) menggunakan motor stepper mach3 pc base," p. 130, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/47406/>
- [6] B. Kurniawan, E., Syaifurrahma., Jekky, "Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2020.
- [7] A. Mashinton, H. Hasan, F. J. Aqilah, and N. R. Wibowo, "Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3 Axis Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Android," pp. 1–8.
- [8] B. Wang, Y. Si, C. Chadha, J. T. Allison, and A. E. Patterson, "Nominal stiffness of GT-2 rubber-fiberglass timing belts for dynamic system modeling and design," *Robotics*, vol. 7, no. 4, 2018, doi: 10.3390/robotics7040075.
- [9] I. D. Febryanto and S. D. Kartikasari, "Perancangan Mesin CNC Router 3 Axis Berbasiskan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 17, no. 1, pp. 109–120, 2022, doi: 10.33005/tekmapro.v17i1.277.
- [10] C. Technology and C. Technology, *Design and Fabrication of a Low Cost 3- Axis Mini-Computer Numerical Control Milling Machine*. 2020.
- [11] W. Utomo and O. Yosevi, "Perancangan Mesin CNC untuk Pengerjaan Logam Aluminium dan Carbon Steel," *J. Integr. Vol.*, vol. 14, no. 1, pp. 23–29, 2022.
- [12] Y. S. Diwakar, S. Seetharam, T. T. Kiran, S. Nagendra, K. Manmadarao, and M. M. Kumar, "Design & Fabrication of 3-Axis CNC Machine," vol. 3, no. 4, pp. 8–17, 2022.