

Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3 Axis Berbasis Mikrokontroler

Al Imran¹, Fahmi bagenda², Yusbar suhartono³, Nanang Roni Wibowo⁴, Ishak⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa

^{1,2,3,4,5} JL.Kapasa raya, Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi selatan

E-mail : iyankalimran99@gmail.com¹, Fahmibagenda82@gmail.com

Abstrak

Penggunaan dan kebutuhan mesin cnc 3 axis di Indonesia saat ini mengalami peningkatan terutama di industri bahkan merambah ke dunia pendidikan, di dunia pendidikan digunakan untuk praktikum disekolah-sekolah kejuruan dan perguruan tinggi teknik. Sehingga pada proyek akhir ini, dirancang suatu alat CNC sederhana yang dapat digunakan untuk menggambar maupun mengukir kayu secara otomatis. Desain yang telah digambar melalui personal computer akan dikonversi dalam bentuk G-Code, dari data tersebut diterima oleh driver motor stepper melalui SISMIN (Sistem Minimum), sehingga data tersebut dikirim sebagai perintah motor stepper untuk menggerakkan axis mesin untuk membentuk pola pada bidang gambar sesuai desain. Mesin ini akan Desain dan rancang bangun mesin CNC milling 3 axis ini meliputi pemilihan bahan dan proses produksi, perhitungan daya spindle, perhitungan kalibrasi, dan menguji kinerja mesin CNC Milling 3 axis. Pada penelitian ini diperoleh daya router minimal untuk memotong segala jenis kayu adalah 240 Watt, putaran pahat minimal adalah 10000 rpm, diameter pahat 17 mm, panjang langkah pada sumbu X sebesar 0,2 mm, pada sumbu Y sebesar 0,2mm, dan pada sumbu Z sebesar 0,8mm. Mesin CNC Milling 3 axis ini mampu digunakan untuk kayu dan akrilik Akurasi gerakan pada sumbu x dan y adalah 0,2 mm. Pemakanan sumbu Z menghasilkan permukaan benda kerja yang cekung dengan kedalaman maksimum adalah 2 mm dengan luas area kerja 70 cm X 90 cm pada permukaan mesin itu sendiri.

Kata Kunci : Software, Sismin, CNC

I. PENDAHULUAN

Penggunaan mesin CNC di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Saat ini mesin CNC *mini router 3 axis* dipasaran dengan berbagai merk harganya cukup mahal, sehingga tidak dapat dijangkau oleh sekolah-sekolah kejuruan dan lingkungan kampus sehingga masih banyak yang mempelajari mesin CNC hanya sebatas teori saja sehingga ilmu yang didapat kurang maksimal [3].

Mesin CNC merupakan salah satu mesin perkakas yang dimiliki oleh beberapa kalangan industri manufaktur, mesin CNC yang telah digunakan pada berbagai keperluan untuk memproduksi suatu alat. Pengoperasian mesin CNC ini sangatlah sederhana yang dapat memproduksi alat dengan skala besar dan dapat memproduksi beberapa komponen secara massal [2].

Perkembangan mesin CNC saat ini merupakan pembaruan mesin perkakas yang telah ada sebelumnya yang kurang efektif dari segi waktu dan biaya. Pada dasarnya mesin CNC adalah salah satu sistem otomatisasi yang dikendalikan oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (angka dan huruf) untuk bergerak sesuai pola desain dan sistem mekanik mesin CNC untuk pengerjaan *engraving PCB*, terdiri dari komponen-komponen utama seperti rangka, sistem panel kontrol *X-axis*, *Y-axis*, dan *Z-axis* [2].

Dari permasalahan di atas maka penulis merancang mesin oleh karena itu perlu adanya langkah-langkah konkret untuk mengatasi hal itu diantaranya dengan mendesain dan merancang bangun mesin

CNC. Penelitian ini diharapkan memperoleh desain, menghasilkan prototipe, dan memperoleh data-data hasil uji kinerja mesin CNC *router 3 axis*. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat mengatasi permasalahan seperti ketiadaan mesin CNC sebagai sarana praktikum di lingkungan kampus [3].

II. LANDASAN TEORI

a. Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler dapat dianalogikan dengan sebuah komputer yang seluruhnya sebagian besar elemennya di kemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip micro computer. Artinya bahwa di dalam sebuah IC mikrokontroler sebetulnya sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikrokontroler dapat bekerja, yaitu meliputi mikroprosesor, ROM, RAM, I/O dan clock seperti halnya yang dimiliki oleh sebuah komputer PC (Personal Computer). Mengingat kemasannya yang hanya berupa sebuah chip dengan ukuran yang relatif kecil tentu saja spesifikasi dan kemampuan yang dimiliki oleh mikrokontroler menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan sistem komputer seperti PC baik dilihat dari segi kecepatannya, kapasitas memori maupun fitur-fitur yang dimilikinya. Perbedaan RAM dan ROM antara komputer dengan mikrokontroler adalah pada mikrokontroler ROM jauh lebih

besar dibanding RAM, sedangkan dalam komputer RAM jauh lebih besar dibanding ROM [1].

b. Motor Stepper Nema

Mesin CNC milling ini, menggunakan motorstepper, sebagai aktuator atau penggerak sumbu X, Y dan Z. Penentuan motorstepper didasarkan pada beban yang ditanggung oleh motor *stepper* dimana motor *stepper* menggerakkan sumbu X, Y dan Z, sehingga motor stepper tersebut dapat dikendalikan dengan cukup mudah dan memiliki ketelitian yang tinggi [4]. Adapun motor yang digunakan pada mesin CNC milling ini adalah motorstepper jenis NEMA23 dengan Torsi 178.5 Oz-inch (1,26 Nm), maka dengan demikian telah sesuai untuk digunakan sebagai penggerak sumbu X, Y dan Z [7].



Gambar 1. Motor Stepper Nema [7].

c. Driver Motor

Driver Motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan *controller* dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator. Dalam perancangan elemen kontrol ini motor driver yang akan digunakan adalah *Board TB6000* untuk mesin CNC 3 axis. Driver motor stepper juga memiliki beberapa *port* yang nantinya terhubung ke masing-masing *port* seperti *input signal*, *motor stepper*, *driver switch setting*, *DC power supply* [8].



Gambar 2. Driver Motor [8].

d. Spindle

Spindle merupakan bagian dari mesin yang

mengatur putaran dan pergerakan *cutter* pada sumbu Z. *Spindle* selanjutnya digerakkan oleh motor yang dilengkapi dengan sistem transmisi *belting* atau kopling. Bentuk *spindle* yang digunakan dalam mesin CNC milling ini. *Spindle* merupakan bagian yang sangat penting pada mesin CNC milling karena *Spindle* ini yang akan berkontak langsung dengan benda kerja. Dalam hal ini untuk perancangan mesin CNC maka *tool* yang akan digunakan adalah *Spindle Motor + ER11 Collet* dengan kecepatan putar 3.000-12.000 rpm dan daya sebesar 500 Watt [8].



Gambar 3. Spindle [8].

III. METODE

1. Metode penelitian

Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan diagram alir seperti berikut:

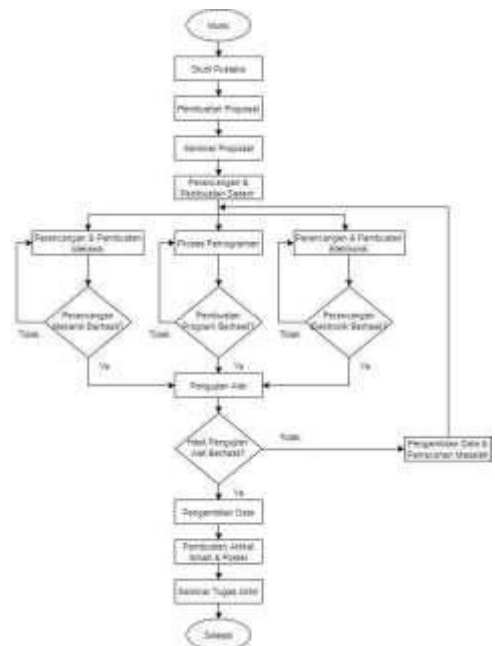


Diagram alir penelitian dimulai dari studi pustaka dengan mengumpulkan referensi-referensi yang berhubungan dengan masalah yang menjadi objek penelitian, informasi ini atau referensi ini didapatkan dari karya ilmiah dan internet yang berhubungan dengan objek yang diteliti.

Setelah melakukan studi pustaka maka langkah selanjutnya yaitu perancangan dan pembuatan sistem, pada perancangan sistem software yang digunakan adalah solidworks untuk perancangan mekanik sedangkan untuk perancangan elektronik memakai software diptrace, proteus. Setelah itu dilakukan pembuatan sistem mekanik, elektrik dan proses pembuatan programnya, lalu dilakukan pengujian terhadap alat yang dibuat. Jika pengujian alat berhasil maka dilakukan pengambilan data jika tidak dilakukan pemecahan masalah serta pengambil ulang data.

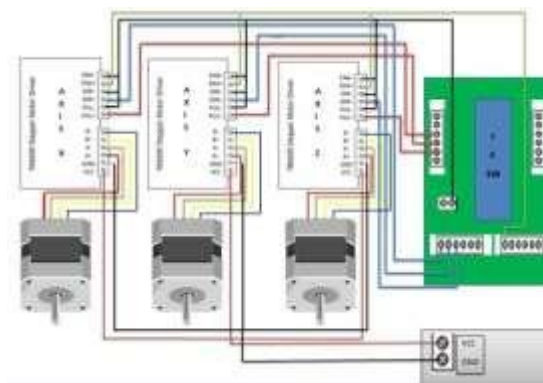
Adapun komponen utama yang digunakan untuk membuat mesin CNC milling 3 axis sebagai mesin *engraving* menggunakan motor spindle, motor stepper, driver motor, sismin

2. Prosedur pengambilan data

Pada tahap pengambilan data yang dilakukan berdasarkan prosedur sebagai berikut:

- Menganalisis motor stepper nema driver motor dengan menggunakan microstep pada driver motor.
- Menganalisis aktuator terhadap gerak linier sumbu X dan sumbu Y dengan menghubungkan ke software Arduino dan GRBL.
- Menganalisis *system* minimum dengan menggunakan *software* Arduino yang dihubungkan dengan *downloader*.
- Menganalisis data dari hasil pengujian yang dilakukan.

3. Wiring Diagram



Gambar 5. Wiring diagram.

Dari gambar diagram blok sistem diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari komponen yang

terdapat pada mesin CNC milling 3 axis sebagai berikut:

Limit switch berfungsi sebagai batas minimum atau maximum pergerakan motor.

Microcontroller berfungsi sebagai sebagai otak atau pusat pengola data .

PC/ laptop berfungsi sebagai kontroler melalui software yang digunakan untuk menjalankan mesin secara otomatis.

Driver motor berfungsi untuk mengendalikan pergerakan motor stepper.

Motor sepper berfungsi sebagai penggerak actual terhadap axis pada mesin itu sendiri

Spindle motor berfungsi sebagai alat yang berhubungan langsung dengan benda kerja.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil controller

a. Mikrokontroller

Microcontroller berbasis ATmega 328 sebagai alat tempat menyimpan data atau tempat pengolahan data.



Gambar 6. Sismin.

2. Rancangan hasil karya mekanik.



Gambar 7. Hasil dari mekanik.

3. Data hasil percobaan

Menjelaskan mengenai hasil dari metode pengujian pada alat yang dibuat :

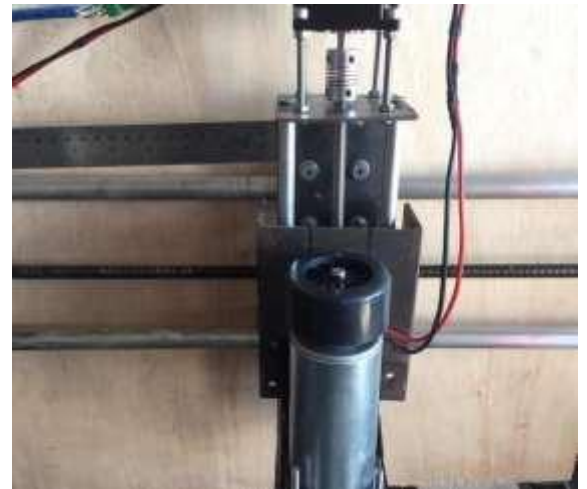
- a. Pengujian Motor Nema dan Driver dengan memasukkan nilai microstep dan menghubungkan dengan software arduino.

Tabel 1. Hasil pengujian motor dengan driver motor.

Micstep pulse/rev		Waktu putaran/ 10 mm	Kondisi
1	200	1.40 sec	Motor bergetar dan bergerak lebih cepat
2/A	400	1.65 sec	Motor bergetar dan bergerak lebih cepat
2/B	400	1.80 sec	Motor agak stabil dan bergerak lebih cepat
4	800	2.18 sec	Motor lebih halus dan bergerak lebih cepat
8	1600	2.68sec	Motor stabil dan bergerak normal
16	3200	5.97 sec	Motor stabil dan bergerak lambat
32	6400	6,87 sec	Motor stabil dan bergerak sangat lambat

Berdasarkan tabel percobaan diatas kami menggunakan nilai microstep 400– 1600 untuk menggerakkan nilai axis pada mesin tersebut karena karena pada microstep pulse dapat diperoleh waktu konsisten dan keadaan motor yang stabil.

- b. Hasil pengujian actuator pada sumbu X, Y dan Z dimana menunjukan pergerakan sumbu X,Y dan Z. Pada pengujian ke 3 axis pada mesin CNC kami meperoleh waktu yang berbeda pada setiap axis, dari hasil *actual* dengan perintah inputan 10 mm membutuhkan waktu 1,80 sec untuk axis Y. untuk waktu yang dibutuhkan untuk di axis X setiap 10 mm dibutuhkan waktu 2.18 sec. gerakan setiap putaran pada axis hanya bergerak sekitar 2mm, karena pengaruh dari ukuran pitch led screw yaitu dengan ukuran pitch 2mm. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pada Axis Z lebih cepat dibanding axis x dan y karena ukuran lead screwnya lebih kecil dengan waktu 0,89 sec



Gambar 8. Sebelum kalibrasi axis Y.



Gambar 9. Hasil kalibrasi actual axis Y.

Hasil kalibrasi axis X

Nilai step/mm $\frac{\text{input code}}{\text{Output code}}$ = hasil per step

Percobaan 1: $250,000.50/60 = 207,500$

Percobaan 2 : $207,50.50/52 = 199,200$

Percobaan 3: $199,200.50/50 = 199,200$



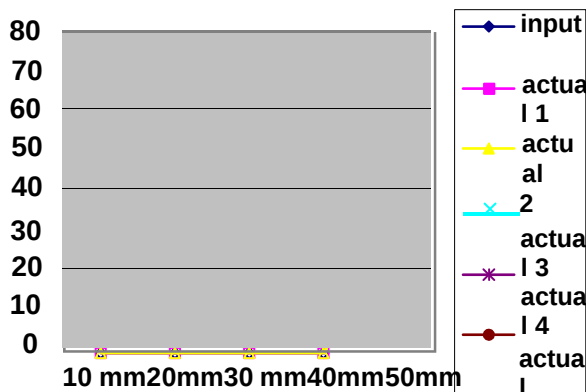
Gambar 10. Grafik kalibrasi axis X.

Dari hasil kalibrasi axis X disini di peroleh grafik untuk mencapai *actual* yang sesuai dengan inputan .pada 3 kali percobaan kalibrasi hasil dari grafik yang sangat jauh pada percobaan pertama dapat dilihat pada grafik warna ungu sedangkan inputan yang dimasukkan berada pada titik berwarna biru. Untuk percobaan kedua hasil grafik sudah menunjukkan hasil yang hampir sama dilihat pada grafik warna kuning dan inputan berwarna biru.Sedangkan untuk percobaan ketiga sudah diperoleh grafik yang sama sesuai dengan inputan yang dimasukkan dan *actual* yang dihasilkan .

Hasil kalibrasi alat axis Y

Nilai $\text{step/mm} = \frac{\text{input code}}{\text{output code}}$ = hasil per step

- Percobaan 1: 250,000. 50/65 = 190,000
Percobaan 2 : 190,000. 50/35 =269,800
Percobaan 3: 296,800.50/68 = 218,235
Percobaan 4: 218,235.50/55 = 198,395
Percobaan 5: 198,395.50/50 = 198,395



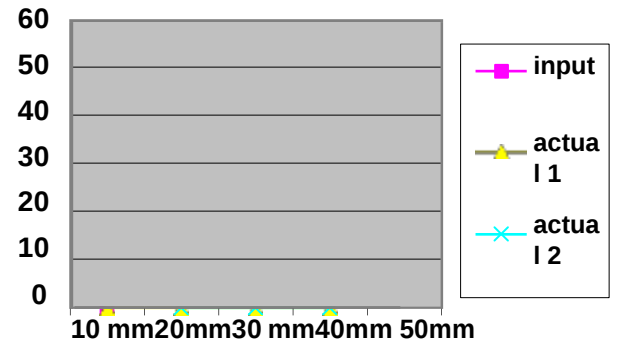
Gambar 11.Grafik kalibrasi axis Y.

Dari hasil kalibrasi axis Y disini diperoleh grafik untuk mencapai *actual* yang sesuai dengan inputan .namun pada 4 kali percobaan hasil dari kalibrasi memperoleh grafik yang sangat jauh dari nilai yang diinginkan , tapi dipercobaan ke 5 disini nilai inputan sudah sesuai dengan nilai *actual*.

Hasil kalibrasi alat axis Z

Nilai $\text{step/mm} = \frac{\text{input code}}{\text{Otpu actual}}$ = hasil per step

- Percobaan 1: 250,000. 10/50 = 50,000
Percobaan 2: 50,000. 10/10 = 50,000



Gambar 12.Grafik kalibrasi axis Z.

Dari hasil kalibrasi axis Z disini di peroleh grafik untuk mencapai *actual* yang sesuai dengan inputan .pada 2 kali percobaan kalibrasi hasil dari grafik yang sangat jauh pada percobaan pertama dapat dilihat pada grafik warna kuning sedangkan inputan yang dimasukkan berada pada titik berwarna ungu. Namun pada percobaan kedua hasil *actual* pada grafik sudah menunjukkan kesamaan titik dengan inputan yang dimasukkan sesuai dengan *actual*.

- c. Data dibawah merupakan hasil pengujian sismin dan driver motor dengan menggunakan *software* Arduino yang dihubungkan dengan *downloader*.

Tabel 3.Pengujian komponen.

No	Komponen	Pengujian	Keterangan
1	SISMIN	Mengupload G code mrelai software GRBL dan Universal G code	Berhasil
2	Driver motor	Mengontrol putaran motor stepper sesuai dengan microstep yang yang dimasukkan	Bekerja
3	Motor stepper	Berputar sesuai dengan input yang di perintahkan	Bekerja

Dalam pengaplikasian sismin yang dihubungkan dengan software GRBL dan Universal G code. Sismin berfungsi sebagaimana mestinya yaitu mengolah data yang dimasukkan dalam aplikasi kemudian di jalankan kedalam gerakan aktuator.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Adapun hasil kesimpulan yang didapat dalam pengujian alat yaitu :

1. Mesin ini mempunyai ukuran area kerja 70cm X 90 cm dengan media kerja kayu dan tripleks.
2. Mesin ini dapat di control melalui software GRBL maupun Universal G code.
3. Mesin ini dapat bergerak 3 arah X Y dan Z dengan rancangan control yang telah dibuat.

Saran

Saran dalam pembuatan mesin ini adalah :

1. Pada pembuatan mekanik harus memiliki keakuratan, karena sangat berpengaruh pada saat melakukan percobaan *actual*, apabila hasil mekanik tidak presisi maka akan terdengar bunyi atau slip pada setiap gerakan axis atau bahkan tidak bergerak.
2. Pada bagian elektrik, dibuatkan wiring diagram untuk mempermudah dalam pemasangan komponen dan pemasangan kabel untuk menghindari terjadinya salah koneksi yang dapat mengakibatkan alat tersebut rusak.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Karisma, Ghati. 2011. *Rancang Bangun Perangkat Lunak Sebagai Pengendali Motor Pada Pengebor Ppc Otomatis*. Elektromekanik. STTN-BATAN.
- [2]. R. M. Aulia Hasibuan, Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3 Axis Untuk anggrave PCB Berbasis Arduino Uno, Yogyakarta: Muhammad Rizqi Aulia Hasibuan, 2019.
- [3]. G. E. Pramono , D. Yuliaji, R. Waluyo and J. , "Rancang Bangun CNC Mini Router 3 Axis untuk Keperluan Praktikum CAD/CAM," *Material and Manufacturing Process Research Laboratory*, vol. II, no. 6, pp. 6-14, 2018.
- [4]. Saputra, Roni Permana et all., *Desain dan Implementasi Sistem Kendali CNC Router Menggunakan PC Untuk Flame Cutting Machine*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2011.
- [5]. M.A. Riawan, B.Wiro dan F.Hamzah Rancang Bangun CNC Router Kayu Dengan Menggunakan Control Mach3, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Instrumentasi Jurusan Teknofisika Nuklir Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional.

- [6]. F. Julianto, Perancangan Modifikasi Sistem Pengeboran PCB Otomatis Berbasis Arduino Program Studi Teknik Elektronika
- [7]. F. Ridwan, A. Novriheldi, Rancang Bangun Mesin CNC 2 Sumbu : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
- [8]. I.S.Harrizal, Syafri, A. Prayitno, Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc *Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System* : Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru.