

**PEMBUATAN PROTOTYPE MESIN MINI CNC ROUTER
3 AXIS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MACH 3**

LAPORAN PENELITIAN



PENELITI :

- 1. Ariman**
- 2. Aprilyanto**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO DIPLOMA 3
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA**

2019

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**

No: 14 / 03.1-M / VIII / 2020

1. Judul Penelitian : PEMBUATAN PROTOTYPE MESIN MINI CNC ROUTER DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MACH 3
2. Bidang Ilmu : Teknik Elektro / Telekomunikasi
3. Jumlah Tim Peneliti : 2 Orang
4. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Ariman, ST. MT
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIDN : 0313026703
 - d. Jabatan : Asisten Ahli
 - e. Pangkat / Gol : Asisten Ahli / III B
 - f. Fakultas / Prodi : Teknologi Industri / Teknik Elektro
 - g. Perguruan Tinggi : Institut Sains dan Teknologi Nasional
 - h. Bidang Keahlian : Elektronika Telekomunikasi
- Anggota Peneliti
- a. Nama Lengkap : Apriyanto
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Fakultas / Prodi : Teknologi Industri / Teknik Elektro
 - d. Perguruan Tinggi : Institut Sains dan Teknologi Nasional
 - e. Bidang Keahlian : Teknik Telekomunikasi
5. Lokasi Penelitian : Institut Sains dan Teknologi Nasional
6. Jangka Waktu : 5 (Lima) bulan
7. Biaya Penelitian : Rp. 5.440.000,- (Lima Juta Empat Ratus Empat Puluh Ribu Rupiah)

Jakarta, Agustus 2020

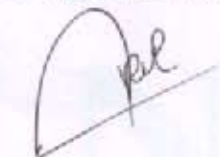
Ketua Peneliti



Ariman, ST. MT

NIP. 01.961010

Anggota Peneliti



Aprilyanto

NIM.16431011

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri



Rifki Dermawan, Ir. MT

NIP. 01.93878

Disetujui Oleh,

Ka. Pusat LPPM ISTN



Muhammad Fadli, ST. MT

NIDN. 03.14039002

PEMBUATAN *PROTOTYPE* MESIN *MINI CNC ROUTER 3* *AXIS* DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE MACH 3*

Nama: Ariman¹, Aprilyanto²,
Email : ariman@istn.ac.id², apriyanto.sin6@gmail.com¹
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri - ISTN

ABSTRAK

Proyek Akhir ini membahas bagaimana membuat *prototype* mesin mini CNC menggunakan *motor stepper* untuk penggerak 3 *axis* aktuator, kemudian menggunakan *PC (personal Computer) base* sebagai perangkat kontrol, tingkat akurasi yang dimiliki pun tidak jauh dengan mesin-mesin yang digunakan oleh industri manufaktur, sehingga dapat menunjang mahasiswa untuk membuat *product modeling* dengan kualitas dan keseragaman produk seperti yang dikerjakan pada mesin CNC berstandar industri manufaktur. Dimensi yang di buat juga lebih simple sehingga tidak membutuhkan ruang yang besar dan hanya menggunakan tegangan suplai satu *fasa* yaitu 220 VAC.

Penelitian yang dilakukan menghasilkan ketelitian masing-masing *axis* yang dengan rata-rata tingkat akurasi 99.52% untuk *axis X*, 99.64% untuk *axis Y*, dan 99.97% untuk *axis Z* dari target yang dituju.

Kata kunci: Mini CNC router, *personal Computer*, *Motor Stepper*, *Mach 3*

ABSTRACT

This Final Project discusses how to make a prototype of mini CNC machine using stepper motor for driving a 3-axis actuator, and a PC (personal computer) as a control device. The accuracy level is the same with the machines used by the manufacturing industry, so that it can support the students to make a product modeling with a standard of CNC manufacturing machine. Dimensions are also made simpler so that it does not need a large space and only uses a single-phase supply voltage of 220 VAC.

The research conducted resulted in the accuracy of each *axis* which with an average accuracy rate of 99.52% for the *X axis*, 99.64% for the *Y axis*, and 99.97% for the *Z axis* of the intended target.

Keyword: Mini CNC router, *personal Computer*, *Motor Stepper*, *Mach 3*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

¹CNC (*Computer Numerical Control*) merupakan mesin perkakas industri yang terdiri dari unit mekanik dan sistem kontrol berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode G, M dan lain-lain, dimana kode-kode tersebut adalah sebagai bahasa program yang digunakan untuk menjalankan perintah agar mesin bekerja sesuai keinginan pengguna mesin CNC.

Mesin NC/CNC (*Numerical Control/Computer Numerical Control*) banyakdigunakan di industri manufaktur untuk proses *mass production* dengan kapasitas besar dan tuntutan kualitas produk yang memiliki standar. Mesin CNC sangat berperan penting dalam menjamin keakurasian dan keseragaman produk yang akan dihasilkan dalam suatu perusahaan manufaktur.

Di Indonesia pada era industri 4.0 masih banyak perguruan tinggi seperti universitas yang masih menggunakan mesin - mesin CNC lama, biasanya mengikuti standar dengan spesifikasi yang dimiliki industri baik dari segi

kontrol dan aktuator. Pertimbangan itu ada karena mesin untuk industri memiliki akurasi yang tinggi sehingga dapat membuat contoh *modeling* yang presisi dan kualitas yang baik. Padahal mesin yang dimiliki memiliki dimensi besar, membutuhkan daya listrik dengan saluran tiga fasa (380 VAC) untuk menjalankan mesin, kemudian biaya perawatan yang relatif mahal sehingga tidak jarang untuk enggan melakukan perawatan. Resiko mahasiswa untuk memegang kendali dari mesin sangat dipertimbangkan oleh dosen pengampu karena jika terjadi *human error* baik itu saat membuat program maupun melakukan *setting* benda kerja dapat berakibat fatal terhadap mesin CNC. Padahal dalam penggunaannya hanya digunakan sebagai simulasi sebelum membuat benda kerja yang sesungguhnya.

Dari keadaan itu, timbulah sebuah konsep yang melatari untuk membuat *prototype* mesin mini CNC menggunakan *motor stepper* untuk penggerak 3 *axis* aktuator, kemudian menggunakan *PC (personal Computer) base* sebagai perangkat kontrol, tingkat

¹Sumbodo, wirawan.MT. (2008). *Mesin CNC*, Jakarta. Hal 2

akurasi yang dimiliki pun tidak jauh dengan mesin-mesin yang digunakan oleh industri manufaktur, sehingga dapat menunjang mahasiswa untuk membuat *product modeling* dengan kualitas dan keseragaman produk seperti yang dikerjakan pada mesin CNC berstandar industri manufaktur. Dimensi yang dibuat juga lebih simple sehingga tidak membutuhkan ruang yang besar dan hanya menggunakan tegangan suplai satu fasa yaitu 220 VAC.

Dengan adanya mesin mini CNC yang menggunakan komponen penggerak *motor stepper* dan sistem kontrol *PC (personal Computer) base* ini diharapkan dapat digunakan untuk membuat simulasi *product modeling* dengan kualitas yang seragam pada skala praktikum mahasiswa.

Mesin mini CNC ini akan menggunakan *motor stepper Sanyo Denky* sebagai penggerak masing-masing axis, menggunakan driver penggerak DM 556 dan menggunakan *interface breakout DB25* sebagai komunikasi *parallel* antara software *Mach 3* dengan *motor stepper*.

2. DASAR TEORI

2.1. Pengenalan Router

Computer Numeric Controlled (CNC) router adalah mesin milling yang dikendalikan komputer untuk pemotongan kayu, plastik, atau logam. CNC router dijalankan oleh sebuah komputer, dimana koordinat desain di upload ke dalam mesin. Salah satu program untuk membuat desain dan program lainnya untuk meng-upload desain untuk mesin dan menjalankannya. CNC router menghasilkan keseragaman produk dan tingkat ketelitian. CNC router memberikan fleksibilitas lebih pada proses manufaktur. Hal ini dapat dilihat dalam produksi berbagai item, seperti: ukiran pintu, dekorasi interior dan eksterior, panel kayu, bingkai kayu, cetakan, alat musik, manufaktur furnitur dan sebagainya.

2.2. Pengertian G-Code / Bahasa Mesin CNC

Secara umum, program NC memiliki konstruksi tertentu, yaitu kode atau perintah pendahuluan dan perintah pembantu. Perintah pendahuluan umumnya menggunakan kode G, sedangkan perintah pembantu menggunakan fungsi M. Program NC, selain kode G dan M, di dalamnya terdiri

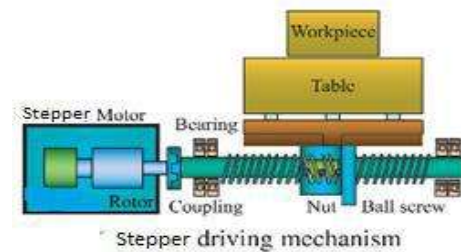
dari sejumlah kode-kode perintah yang tersusun dalam bentuk kombinasi huruf-huruf tertentu dan angka. Kode berupa huruf, misalnya N, T, S, F, H, I, J, K, R, D, X, Y, Z, dan angka 0 sampai 9 disebut *adres*. Suatu kode huruf yang di belakangnya diikuti angka (kombinasi huruf dan angka) disebut "kata" (*word*). Gabungan dari beberapa kata disebut "*blok*".

"*Blok*" merupakan gabungan dari beberapa kata yang membentuk satu tahapan perintah, misalnya eretan melintang bergerak lurus sejauh 4 mm mendekati sumbu dengan kecepatan 80 mm/menit. Di dalam sebuah program CNC, satu tahapan perintah ditulis dalam satu baris, berarti "blok" adalah gabungan beberapa kata yang ditulis dalam satu baris program. Komputer (unit kontrol) mesin membaca dan menjalankan program per satu blok bukan per kata.

2.3. Komponen Penggerak Sistem CNC

Sistem yang mengubah perintah dari NC menjadi gerakan ditunjukkan pada gambar 2.8. Gambar 2.8 menggambarkan stepper mekanisme yang terdiri dari motor stepper dan perangkat daya transmisi. Perintah dari

NC membuat motor stepper berputar. Perputaran motor stepper dikirim ke *ballscrew* melalui sebuah *coupling*, rotasi *ballscrew* berubah menjadi gerakan linear dan akhirnya meja dengan benda kerja bergerak sesuai dengan yang di programkan.



Gambar 2.1 Mekanisme Stepper driving

2.4. Breakout Board

Breakout Board (BOB) merupakan *card electronic* yang berfungsi menghubungkan sinyal data dari komputer baik *input* maupun *output* kepada aktuator. BOB merupakan komponen utama sistem kontrol yang berfungsi sebagai otak pada CNC. BOB nantinya difungsikan sebagai *interface* sinyal data dari komputer menuju *relay* atau *driver*, atau juga menghubungkan sinyal *input* dari luar agar bisa dibaca pada PC. BOB menggunakan *parallel port* komputer DB25 yang dapat diakses dengan *interface software Mach3* ataupun *software* lain sejenis yang bekerja dengan *parallel port* DB25.

BOB yang akan digunakan untuk perancangan sistem kontrol ini adalah CNC Interface Board ST-V3.

BOB memiliki beberapa port yang nantinya terhubung ke masing-masing port seperti ke PC, stepper motor 3 axis, input device, usb connector dan sumber tenaga (power). Adapun uraian lengkap tentang BOB dan port konektornya diperlihatkan oleh gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2.3 CNC Breakout Board 5 axis

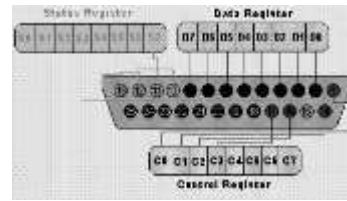
2.5. Parallel Port/ Port DB 25

Port Paralel adalah sarana komunikasi yang umumnya terdapat pada Personal Computer (PC). Ada dua macam konektor port paralel, yaitu 36 pin dan 25 pin. Konektor 36 pin dikenal dengan nama Centronics dan konektor 25 pin dikenal dengan DB-25. Beberapa keuntungan port paralel adalah sebagai berikut :

1. Port paralel mempunyai kecepatan transfer data lebih cepat dibandingkan komunikasi lewat port serial.
2. Tidak memerlukan penambahan peralatan lain (interface) untuk

komunikasinya karena data output paralel bersifat TTL.

Dari 25 pin konektor DB-25, hanya



Gambar 2.2 Susunan pin eksternal soket DB-25

17 pin yang digunakan untuk saluran pembawa informasi dan 8 pin berfungsi sebagai ground. Dari 17 pin saluran informasi tersebut, terdiri dari 3 bagian yaitu data 8 bit, status 5 bit, dan kontrol 4 bit.

Port Paralel mempunyai 3 alamat. 3BCH ialah alamat dasar yang diperkenalkan sejak munculnya port paralel pada kartu video yang kemudian tidak digunakan lagi. LPT1 ialah line printer dengan alamat 378H, kemudian LPT2 dengan alamat 278H meskipun alamat ini dapat dirubah. Saat ini, alamat 378H dan 278H umumnya digunakan sebagai alamat port paralel. Huruf H menjelaskan bahwa alamat tersebut dalam format hexadesimal.

Tabel 2.1 Alamat Port Paralel

Alamat	Penjelasan
3BCH - 3BFH	Digunakan untuk paralel port di kartu video, tidak mendukung alamat ECP
378H - 37FH	Alamat untuk LPT 1
278H - 27FH	Alamat untuk LPT 2

2.6. ²Motor Stepper

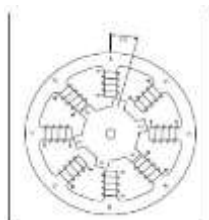
Motor stepper adalah perangkat Elektromekanik yang mengubah pulsa elektrik menjadi gerakan mekanis diskrit. Pada prinsipnya motor mengkonversi tenaga listrik ke dalam daya mekanis. Suatu motor stepper mengkonversi sinyal elektrik ke dalam pergerakan (putaran) spesifik. Pergerakan yang diciptakan oleh sinyal masing-masing dapat diulang dengan tepat, itulah sebabnya mengapa motor stepper sangat efektif untuk aplikasi pergerakan posisi.

Motor stepper dibagi atas 3 jenis.

Mereka adalah:

- *Variable-reluctance*
- *Permanent-magnet*
- *Hybrid*

1) *Variable-reluctance (VR)*

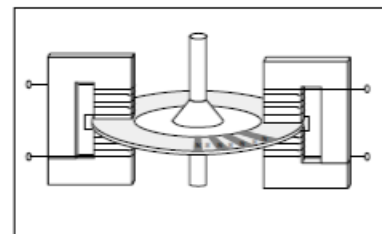


Gambar 2.4 *Motor Stepper VR*

Pada motor stepper ini mempunyai variabel reluktansi, terdapat 3 buah lilitan yang pada

ujungnya yang dijadikan satu pada sebuah pin *common*. Untuk dapat menggerakkan motor ini maka aktivasi tiap-tiap lilitan harus sesuai urutannya.

2) *Permanent Magnet (PM)*



Gambar 2.5 *Motor Stepper PM*

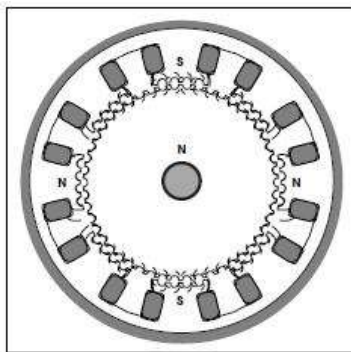
Motor Stepper magnet merupakan motor dengan biaya rendah dan resolusi rendah jenis motor dengan khas langkah sudut sebesar $7,5^\circ$ hingga 15° . (48-24 langkah / revolusi) PM motor adalah permanen magnet yang ditambahkan ke struktur motor. Rotor tidak lagi memiliki gigi seperti VR motor. Magnet permanen motor stepper terhubung dengan magnet tetap rotor, kumparan yang melilit dan secara magnetis menginduksi stator. Energi dari

kumparan yang melilit ini menciptakan suatu medan elektromagnetis dengan posisi

² Industrial Circuits Application Note,
Alain. *Stepper Motor Basic*. Hal 1-2

kutub utara dan kutub selatan seperti pada gambar.1. Stator membawa medan magnet yang menyebabkan rotor untuk menata posisinya sendiri dengan medan magnet tersebut. Medan magnet dapat diubah secara sekuen oleh energi atau “*stepper*” kumparan stator yang akan menghasilkan gerak berputar.

3) Motor Stepper hibrida (HB)



Gambar 2.6 Motor Stepper HB

Stepper motor hibrida lebih mahal daripada motor stepper PM tapi memberikan performa yang lebih baik dengan terhadap langkah resolusi, torsi dan kecepatan. Khas langkah sudut untuk HB stepper motor berkisar dari $3,6^\circ$ hingga $0,9^\circ$ (100-400 langkah per revolusi). Stepper motor hibrida menggabungkan fitur terbaik dari kedua PM dan VR tipe stepper motor. Rotor multi-bergigi seperti motor VR dan berisi magnet secara

aksial konsentrik di sekitar porosnya.

Giginya berfungsi memberikan rotor jalan yang lebih baik dengan membantu memandu *fluks magnetik* ke lokasi pilihan dalam *airgap* tersebut. Hal ini semakin meningkatkan karakteristik torsi dinamis motor bila dibandingkan dengan kedua VR dan PM.

Berikut ini adalah stepping mode yang paling umum.

- Wave Drive (1 fase aktif)
- Full Step (2 fase aktif)
- Half Step (1 & 2 fase aktif)
- Microstepping (*Continuous* dengan arus motor)

Motor stepper memiliki beberapa kebutuhan standar yang harus dipenuhi agar dapat bekerja dengan baik, antara lain:

- a) Tegangan/arus yang memadai untuk setiap lilitan untuk langkah tiap step.
- b) Lama tegangan/arus harus diberikan untuk setiap langkah atau step.

Hal ini diperlukan untuk memberikan waktu yang cukup

bagi torsi untuk memindahkan posisi ke kutub ke posisi yang paling dekat dengan kutub stator (lilitan).

Torsi yang dihasilkan oleh motor stepper adalah fungsi dari :

- Banyaknya langkah (step rate)
- Arus pada kumparan
- Type dari alat yang digunakan (beban)

(Gaya yang dihasilkan juga terpengaruh oleh hal-hal tersebut)

2.7. Software Mach 3

Software pada sistem kontrol merupakan perangkat lunak (program komputer) yang digunakan untuk mengontrol mesin CNC 3-axis. *Software* tersebut selanjutnya akan di-*install* pada perangkat komputer dan bertindak sebagai perangkat *process*. Perangkat *process* merupakan perangkat lunak yang berfungsi mengkomunikasikan semua perintah dari *end user* sehingga mampu dibaca dengan baik oleh semua *hardware*. Dengan adanya perangkat *process* mesin CNC akan bergerak sesuai dengan program yang telah didesain sebelumnya.

Pada penelitian ini, yang digunakan sebagai perangkat *process* adalah perangkat lunak *Mach3*, yaitu sebuah

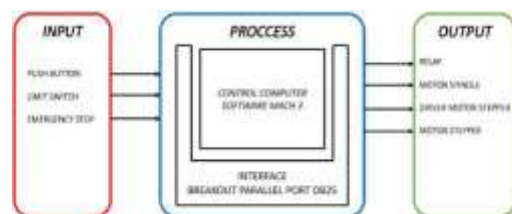
control software yang diciptakan oleh ArtSoft USA. Tersedia dalam bentuk *free version* dan *comercial version*. Kedua versi relatif sama, tetapi pada versi gratis *G-Code* yang bisa dimasukkan hanya 500 baris. Sementara untuk versi berbayar kita dapat memasukkan *G-Code* dalam jumlah melebihi 10.000.000 baris (Fernety and Prentice, 2005). Adapun tampilan program *Mach3* diperlihatkan pada gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2.7 Software Mach 3

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1. Blok Diagram



Gambar 3.1 Sistem Blok Diagram

Pada bagian ini kita akan membahas secara umum gambar 3.1, yaitu bagaimana sistem kerja dari mesin

mini CNC router 3 axis dengan menggunakan *software Mach 3* dijelaskan sebagai berikut:

1) *Input*

Pada bagian ini terdapat perangkat input berupa *push button* sebagai tombol *hold driver motor* dan *push button* sebagai *power on* motor *spindle* manual, *emergency stop* sebagai tombol darurat ketika terjadi *uncondition* pada mesin, dan *limit switch* sebagai *input home* posisi koordinat mesin.

2) *Process*

Pada bagian ini terdapat *interface Break Out Board* sebagai bagian utama dalam mesin mini CNC router 3 axis yang berfungsi sebagai penghubung data dari perangkat *input* ke perangkat *output* melalui perintah yang ada pada *software mach 3*, agar semua perintah dari perangkat *input* dapat dikendalikan dan di jalankan oleh perangkat *output*.

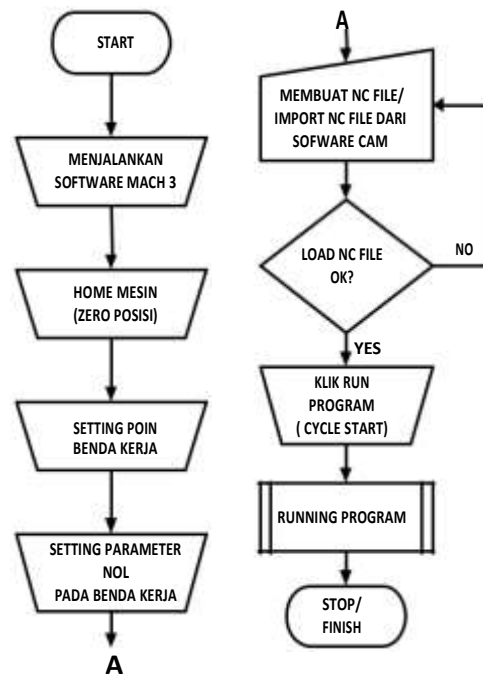
3) *Output*

Pada bagian ini terdapat 4 perangkat output, yaitu *relay*, *spindle motor*, *driver motor*, dan *motor stepper*. *Relay* digunakan sebagai *trigger* untuk mrnjalankan

perintah menyalakan *spindle motor*. *Spindle motor* adalah sebagai alat potong benda kerja. *Driver motor* digunakan sebagai pengendali gerak motor *stepper*. *Motor stepper* berfungsi sebagai penggerak actuator atau axis mesin.

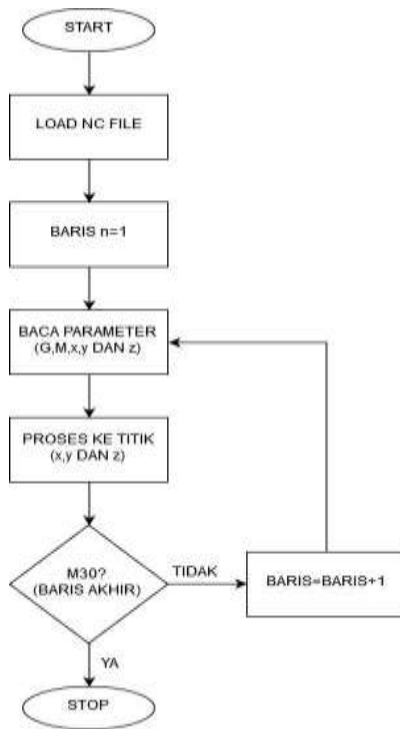
3.2. Diagram Proses (*Flow Chart*)

1) *Flow* Proses Pengoperasian Mesin



Gambar 3.2 *Flowchart* pengoperasian mesin

1) Flow Proccess Running Program

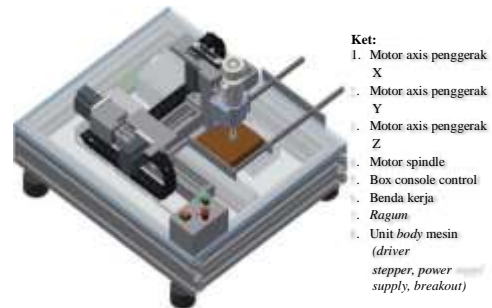


Gambar 3.3 Sub Flowchart pengoperasian mesin

3.3. Pengenalan Mesin Mini CNC Router 3 Axis Menggunakan Software Mach 3

Berikut adalah konsep mesin yang akan dibuat menggunakan 3 axis X, Y, dan Z sebagai sumbu penggerak, menggunakan model mesin router type *Cantilevered*. Alasan membuat *prototype* dengan model ini adalah karena modelnya yang simpel dan tidak banyak membutuhkan part pendukung seperti model-model CNC router yang tipe lain. Kemudian mesin ini menggunakan *software mach 3* sebagai

perangkat prosesnya, *breakout board* sebagai *interface* antara perangkat *input* dan *output* terhadap *software mach 3*, serta *driver* motor DM 556 sebagai penguat untuk penggerak dari motor *stepper*. Pada gambar 3.4 Dapat dilihat beberapa komponen yang terdapat pada mesin yang dibuat dibawah ini.



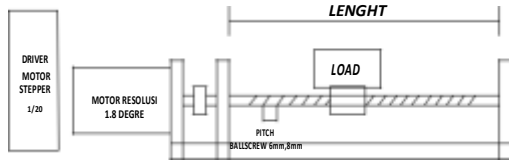
Gambar 3.4 Konsep perancangan mesin mini CNC router 3 axis

Mesin yang akan dibuat memiliki dimensi 630x545x355 mm dan dimensi ruang kerja $\pm 210 \times 195 \times 50$ mm. Benda-benda yang dapat dikerjekan pada alat ini adalah berbahan *soft material*, seperti kayu, *acrylic*, *elbata*, *nylon*, papan *PCB* serta bahan yang tidak menggunakan bahan dasar logam keras.

3.4. Langkah-Langkah Dari Pengaturan Komisioning Mesin

Pada pengaturan ini dilakukan *setting* parameter motor *stepper* atau bias disebut *tunning motor*, yaitu untuk mendapatkan akurasi dari masing-masing axis mesin mini CNC. Pengaturan ini dilakukan secara manual

tanpa memanfaatkan penghitungan secara otomatis pada *software mach 3*, jadi semua penghitungan dari *pulse step* untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dan tersinkronisasi antara *software*



Gambar 3.23 Ilustrasi penggerak axis dengan *hardware* menggunakan penghitungan secara manual. Pada masing - masing *axis* dilakuka seting secara *linear*, dengan menentukan jumlah *pulse steep* pada *axis X Y* dan *Z*. Pengaturan parameter *axis X* dan *Y* menggunakan rumus yang sama, karena *ball screw* yang digunakan memiliki *pitch* yang sama yaitu 6 mm. Untuk motor *stepper* yang digunakan dari masing-masing *axis* memiliki ketelitian hingga 1.8°/step, maka dapat dihitung *pulse* yang diperlukan dalam 1 rotasi. Berikut adalah ilustrasi dari sistem penggerak masing – masing axis.

Diketahui:

Pitch axis X : 6 mm

Pitch axis Y : 6 mm

Pitch axis Z : 8 mm

Step Motor : 1.8°

$$\text{Pulse} = \frac{h}{\frac{360^\circ}{1.8^\circ}} =$$

(200 pulse/revolution)

Penggunaan microstepping driver motor adalah:

Driver Microstepping Axis X :

1:20 (1 banding 20)

Driver Microstepping Axis Y :

1:20 (1 banding 20)

Driver Microstepping Axis Z : 1:20

(1 banding 20)

Maka dapat dihitung dalam satu putaran membutuhkan berapa *pulse*:

- Sumbu X

$$= \frac{h}{\frac{200}{6} / h} = 667$$

- Sumbu Y

$$= \frac{h}{\frac{200}{6} / h} = 667$$

- Sumbu Z

$$= \frac{h}{\frac{200}{8} / h} = 500$$

Dari masing perhitungan tersebut maka dapat di simpulkan bahwa untuk bergerak 1 mm pada axis X membutuhkan *pulse* 667, axis X

membutuhkan *pulse 667*, serta axis Z membutuhkan *pulse 500*.

4. HASIL DAN PENGUJIAN

4.1 Hasil

Hasil dari perancangan pada bab sebelumnya menghasilkan Mesin *Mini CNC Router 3 Axis* Dengan Menggunakan *Software Mach 3*, *didaopatkan* bentuk fisik yang seperti pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Mesin *mini CNC router 3 axis* dengan menggunakan *software mach 3*

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.1, dapat dijelaskan beberapa bagian dari mesin yang di buat adalah:

- 1) Terdapat unit *axis X axis Y* dan *axis Z* yang sudah terpasang membentuk sumbu *cartesian* dan terpasang motor stepper pada masing masing *axis*.
- 2) *Power supply* dan kontrol mesin berupa *driver motor stepper* dan *breakout board* telah dipasang dan di *wiring* menjadi satu pada bagian bawah meja dari mesin *mini CNC router 3 axis* sendiri.

Gambar 4.2 berikut ini menunjukkan pemasangan komponen dan pengkabelannya.



Gambar 4.2 Perakitan dan pengkabelan kontroler mesin

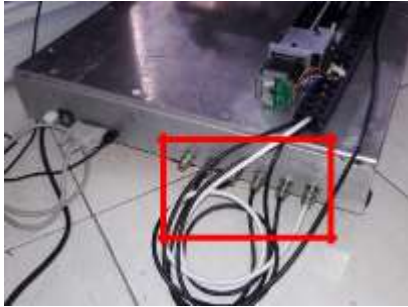
- 3) Pada *axis Z* sudah terpasang *motor spindle* sebagai pemutar *cutting tools*. Gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan pemasangan komponennya.



Gambar 4.3 Tampilan *Motor Spindle*

- 4) Sambungan kabel menggunakan *pin XLR* sebagai penghubung antara *actuator* dengan *driver motor* dan *breakout board*, agar mempermudah saat perawatan dan perbaikan. Gambar 4.4 berikut ini menunjukkan

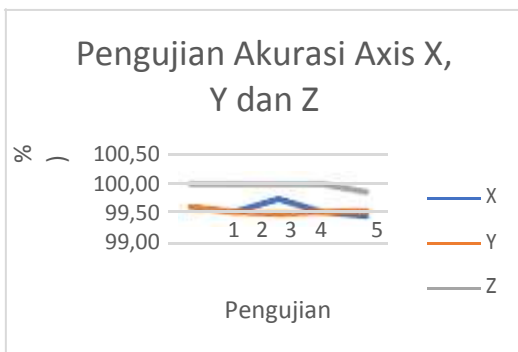
pengkabelannya pada bagian yang diberi kotak merah.



Gambar 4.4 Tampilan pemasangan *Pin XLR*

4.2 Pengujian Masing-Masing AXIS X, Y, dan Z

Dari hasil pengujian masing-masing *axis X*, *axis Y*, dan *axis Z* didapatkan akurasi rata-rata masing-masing yaitu 99.52% untuk *axis X*, 99.64% untuk *axis Y*, dan 99.97% untuk *axis Z*. Kemudian dengan data tersebut maka di buatlah grafik agar bias melihat rata-rata semua *axis* pada kisaran berapa persen. Berikut adalah penjelasannya pada grafik 4.1.



Grafik 4.1 Pengujian masing-masing *axis*

Dari grafik 4.1 dapat di simpulkan bahwa tingkat akurasi masing

masing *axis* masih dalam kisaran 99%. *Axis Z* relatif lebih stabil karena hasil penghitungan yang didapat adalah bilangan bulat, sedangkan untuk *axis X* dan *Y* di kisaran 99.4% hingga 99.80%.

4.3. Pengujian *Interpolasi Linear Axis (X,Y)*

Pengujian yang dilakukan adalah menggerakkan dua *axis X* dan *Y* secara bersama – sama dengan memilih menu pada menu MDI kemudian pada bagian *Input* masukkan $G90XnYnF500$, pastikan pada koordinat 0.00 agar mempermudah pembacaan, kemudian tekan tombol *enter* pada *keyboard*,



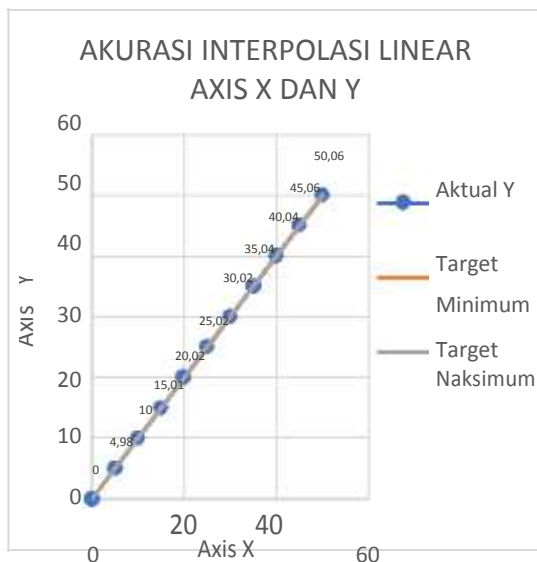
Gambar 4.13 Pengukuran *axis X* dan *Y*

dimana “n” adalah *variable* angka yang akan dituju yang dimasukkan pada pengujian. Gambar 4.13 berikut menunjukkan cara pengujian *axis* menggunakan *dial caliper*.

Maka didapatkan hasil pengujian *Axis (X,Y)* ditunjukkan pada table berikut ini:

Tabel 4.4 Pengujian akurasi axis X dan Y

No	JARI K DI TUJU (mm)	PENGUJIAN AKURASI AKTUAL (mm)		AKURASI X (%)	AKURASI Y (%)
		X	Y		
1	5	5	4.98	100.00%	99.60%
2	10	10.02	10	100.20%	100.00%
3	15	14.98	10	99.87%	66.67%
4	20	19.96	14.01	99.80%	70.05%
5	25	19.96	20.02	79.84%	80.08%
6	30	30.06	30.02	100.20%	100.07%
7	35	35.08	35.04	100.23%	100.11%
8	40	39.96	40.04	99.90%	100.10%
9	45	44.94	45.06	99.87%	100.13%
10	50	50.08	49.06	100.16%	98.12%
RATA RATA PROSENTASE				98.01%	91.49%



Grafik 4.2 Akurasi Interpolasi linear

Dari grafik 4.2 disimpulkan bahwa pada saat pengujian menggunakan garis lurus dari titik 0.00mm hingga 50.00 secara berkala maka target yang di capai dari pengujian tidak melebihi dari batas maksimum dan minimum yaitu ± 0.1 mm. kemudian semakin jauh jarak

yang di tempuk maka selisih yang timbul semakin besar, dikarenakan faktor kompensasi dari toleransi mekanik.

5. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan pembuatan, maka dapat dibuat kesimpulan beberapa hal berikut ini :

1. Hasil dari pengujian didapatkan ketelitian masing-masing axis yang menghasilkan rata-rata yaitu 99.52% untuk axis X, 99.64% untuk axis Y, dan 99.97% untuk axis Z
2. Hasil pengujian *interpolasi linear* didapatkan akurasi axis X 98.01%, dan axis Y 91.49%.
3. Hasil Pengujian untuk membuat suatu benda dari benda lingkaran dengan target ukuran 35mm tercapai dengan actual ukuran 34.96mm dengan selisih 0.04mm dari target , sedangkan untuk *square* dengan ukuran target 60mmx60mm tercapai dengan actual ukuran 59.94mm dengan selisih 0.06mm dari target. Maka target hasil pengujian tidak melebihi toleransi dari tujuan pembuatan alat yaitu memiliki akurasi ± 0.1 mm

4. Penghitungan *pulse/rotation* memungkinkan penambahan nilai karena penjumlahan yang diperoleh adalah pecahan yang tidak bisa habis dibagi, yang berakibat turunnya nilai akurasi suatu alat dengan rentan jarak yang jauh.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumbodo, wirawan.MT. 2008.
Mesin CNC, Jakarta
- [2] Albert, Alain. 2007
Understanding CNC Routers
- [3] Industrial Circuits Application Note, Alain. *Stepper Motor Basic.*
- [4] Ikhlash Syukran Harrizal, Syafri, Adhy Prayitno, 2 Oktober 2017. Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC *Milling 3 Axis* Menggunakan *close Loop System*, JOM FTEKNIK Volume 4, Banda Aceh
- [5] Teuku Firsya, Muhammad Tadjuddin, Syahriza, Saddam Husaini, 2 Oktober 2017 Perancangan dan pembuatan Prototipe Mesin *CNC 4 Axis* Berbasis *PC(Personal Computer)* JOM FTEKNIK Volume 4, Banda Aceh
- [6] Eka Wahyudi dan Desi Permanasari, 1 Mei 2012. Perancangan Miniatur Traffic Light Dengan Mempergunakan Pengendali *Port Parallel* Jurnal Infotel Volume 4, Purwokerto.
- [7] Book Manual, Mach 3 CNC Controller Software installation and Cofiguration, Version 3. Copurigth© 2003,2004,2005,2006, 2008 ArtSoft USA. All Right Reserve. <http://www.machsupport.com>



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
PERPUSTAKAAN PUSAT - ISTN

JL. MOCH KHAFI II, BHUMI SRENSENG INDAH, JAGAKARSA-JAKARTA SELATAN 12640, JAKARTA
TELP (021) 7270090, FAX (021)

SURAT KETERANGAN

No: 14 / 03.1-M / VIII / 2020

Perpustakaan Pusat ISTN dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Ariman, ST. MT

Status : Dosen Tetap Pada Prodi Teknik Elektro - Fakultas Teknologi Industri, ISTN

Judul Penelitian:

PEMBUATAN PROTOTYPE MESIN MINI CNC ROUTER 3 AXIS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MACH 3

Adalah benar hasil penelitian yang tidak dipublikasikan tersebut, telah tersimpan / berada di Perpustakaan Pusat ISTN pada Semester Genap 2019/2020.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya, dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Agustus 2020

Kepala Perpustakaan
a.n

Sari Paramita
(Sari Paramita)



Copy: Arsip