

# RANCANG DAN BANGUN MESIN CNC BERBASIS GBRL KONTROLER

## DESIGN AND BUILD BASED GBRL CNC MACHINE CONTROLLER

Afdalul Azmi<sup>1</sup>, Ramdhan Nugraha<sup>2</sup>, Cahyantari Ekaputri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[Afdalul@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:Afdalul@students.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[Ramdhan@telkomuniversity.ac.id](mailto:Ramdhan@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[cahyantarie@telkomuniversity.ac.id](mailto:cahyantarie@telkomuniversity.ac.id)

Abstrak

### ABSTRAK

Pada saat ini, perkembangan teknologi sangat pesat. Hal itu menyebabkan sektor industri harus berkembang khususnya industri kreatif. Produk-produk dengan kualitas tinggi sangat menunjang kemajuan pada sektor industri kreatif. Oleh karena itu, sektor industri kreatif harus memiliki efisiensi, efektifitas dan ketelitian untuk meningkatkan produksi. Untuk meningkatkan hasil produksi maka industri kreatif harus menggunakan mesin otomatisasi dalam sistem produksinya.

CNC (*Computer Numerical Control*) Router adalah bagian dari CNC Milling dimana memiliki konsep dan cara kerja yang hampir sama dengan CNC Milling. CNC Router adalah sebuah alat perkakas yang digunakan untuk memotong dan mengukir membentuk sebuah kayu yang menggunakan sebuah *drilling*. Seiring dengan berkembangnya waktu semakin banyak para akademika yang membuat sebuah mesin CNC Router dengan konseptual yang berbeda-beda dengan konfigurasi yang berbeda-beda pula. CNC Router adalah sebuah mesin yang dibuat semedikian rupa dengan kegunaan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan orang yang memilikin tingkat akurasi yang tinggi dan efisiensi waktu untuk melakukan sebuah produksi.

Pada tugas akhir kali ini akan dirancang dan diimplementasikan CNC (*Computer Numerical Control*) Router dengan menggunakan Program G-Code dengan menggunakan GBRL Kontroller sebagai pengontrol mesin CNC. Mikrokontroler digunakan untuk menerima G-Code dari PC yang dikirim ke mikrokontroler yang selanjutnya dikontrol menggunakan GBRL controller untuk menggerakkan motor Stepper.

Dan CNC Router mempunyai tingkat akurasi yang memiliki *error* kurang dari 1% yang menyatakan alat bekerja dengan baik dan bisa menghasilkan hasil sesuai dengan desain gambar yang ditentukan sebelumnya.

Kata kunci: CNC (*Computer Numerical Control*), CNC Router, G-Code, GBRL Controller, Motor Stepper

Abstract

### ABSTRACT

Nowadays, technology is developing very rapidly. Thus causing industry sector have to keep evolving, especially in the creative industries. Therefore, creative industries must be able to improve their productivity by efficiency, effectiveness, and precision. One of the ways to be able to achieve that is by using automatic machine as its production system.

CNC router is a sub part of CNC milling where the two of them have similar concepts and way of working. CNC router is a cutting and carving tool that able to form a shape of the wood using the drilling method. Over time, many academicians created a CNC router machine with different concepts and configuration. CNC router is a machine that is able to be created in such a way with a different purpose for each need which has a high accuracy and time efficiency to do a production.

For this final project, CNC router will be designed and implemented by G-Code program using GBRL controller as the CNC machine controller. A microcontroller is used to receive a G-Code for PC that will be sent back to the micro-controller, which later being controlled using a GBRL controller to move the stepper motor.

And CNC Router has the accuracy error less than 1%, said work properly and could produce form in line with the design picture determined former.

Keywords: CNC (*Computer Numerical Control*), CNC Router, G-Code, GBRL Controller, Stepper Motor

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini perkembangan teknologi berkembang sangat pesat dan hal itu menyebabkan sektor industri harus berkembang khususnya industri kreatif. Produk-produk dengan kuliatas tinggi sangat menunjang kemajuan pada sektor industri kreatif. Oleh karena itu sektor industri kreatif harus memiliki efisiensi, efektif dan ketelitian untuk

meningkatkan produksi. Untuk meningkatkan hasil produksi maka industri kreatif harus menggunakan mesin otomatisasi dalam sistem produksinya. Di dalam dunia industri kreatif sekarang sudah banyak yang menggunakan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) untuk meningkatkan efisiensi, efektif, ketelitian dalam suatu produksi dalam dunia industri. Sebagai contoh mesin bubut / pemotong kayu untuk pemotong dan pengukir kayu dengan bentuk dan ukuran tertentu dengan menggunakan mesin CNC Router hasil produk yang dihasilkan memiliki tingkat ketelitian yang sangat tinggi sehingga bisa bersaing dengan industri besar.

Namun saat ini mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router yang ada di industri masih memiliki harga yang mahal baik harga perangkat *hardware* yang digunakan maupun *software* yang digunakan untuk mengoperasikan mesin CNC Router tersebut. Oleh karena itu mesin CNC Router hanya digunakan dalam industri besar sedangkan industri menengah kebawah masih sedikit yang menggunakan mesin CNC Router oleh karena itu industri menengah kalah bersaing dengan industri besar dalam hasil produksi, baik dari segi efisiensi kecepatan dan ketepatan.

Oleh karena itu untuk membantu industri menengah kebawah khususnya di industri kreatif dibutuhkan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router yang memiliki harga yang ekonomis baik itu harga perangkat *hardware* maupun *software* yang digunakan untuk mengoperasikan mesin CNC Router. Oleh karena itu dibuat mesin CNC Router dengan desain *hardware* yang memiliki spesifikasi dengan mesin CNC Router yang ada dengan harga yang lebih murah dengan menggunakan *software* pendukung *open source* sehingga industri menengah kebawah bisa bersaing dan meningkatkan hasil produksinya. Berdasarkan hal diatas, maka akan dibuat pendesainan dan pengimplementasian mesin CNC Router yang digunakan untuk bentuk dengan menggunakan *software* GBRL Controller sebagai aplikasi yang mendukung proses kerja mesin CNC Router.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Konsep Solusi

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, konsep solusi yang ditawarkan adalah sebagai berikut:

Pada tugas akhir kali ini, dirancang sebuah mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router 3 Axis berbasis GBRL controller sebagai penerjemah program G-code yang didapat setelah mendesain bentuk dari sebuah produk. Sebagai salah satu solusi yang ditawarkan untuk meningkatkan produksi dan efisiensi waktu dalam pembuatan sebuah produk. Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router yang akan dirancang ialah mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router sederhana menggunakan mikrokontroler yang diintegrasikan dengan sistem GBRL. Berdasarkan

### 2.2 CNC (Computer Numerical Control)

CNC adalah sebuah mesin yang terdiri dari Komputer dan Numerical Control (NC) mesin CNC digunakan untuk manufaktur yang melibatkan komputer untuk mengontrol mesin perkakas. Dalam hal ini mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem. Mesin CNC adalah perpaduan motor stepper dan controller. Saat ini mesin CNC mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program CAD. Mesin-mesin CNC dibangun untuk menjawab tantangan di dunia manufaktur modern. Dengan mesin CNC, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm lebih, pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat.

### 2.3 G-Code

G-Code atau bisa disebut juga (RS-274) adalah sebuah program yang digunakan untuk kontrol numerical (NC), G-Code digunakan dalam sebuah manufaktur dengan bantuan komputer untuk mengontrol otomatisasi sebuah mesin perkakas. G-Code juga biasa disebut dengan bahasa program G atau COM.

G-Code adalah bahasa dimana orang mengatakan komputerisasi mesin dalam membuat sesuatu. Dapat didefinisikan sebagai petunjuk kemana harus bergerak, cara untuk pindah, dan apa jalur yang harus diikuti. Situasi yang umum adalah sebuah mesin yang harus beroperasi sesuai dengan konsep atau sebuah petunjuk yang telah dibuat atau mengikuti sebuah pola dan membentuk sebuah potongan.

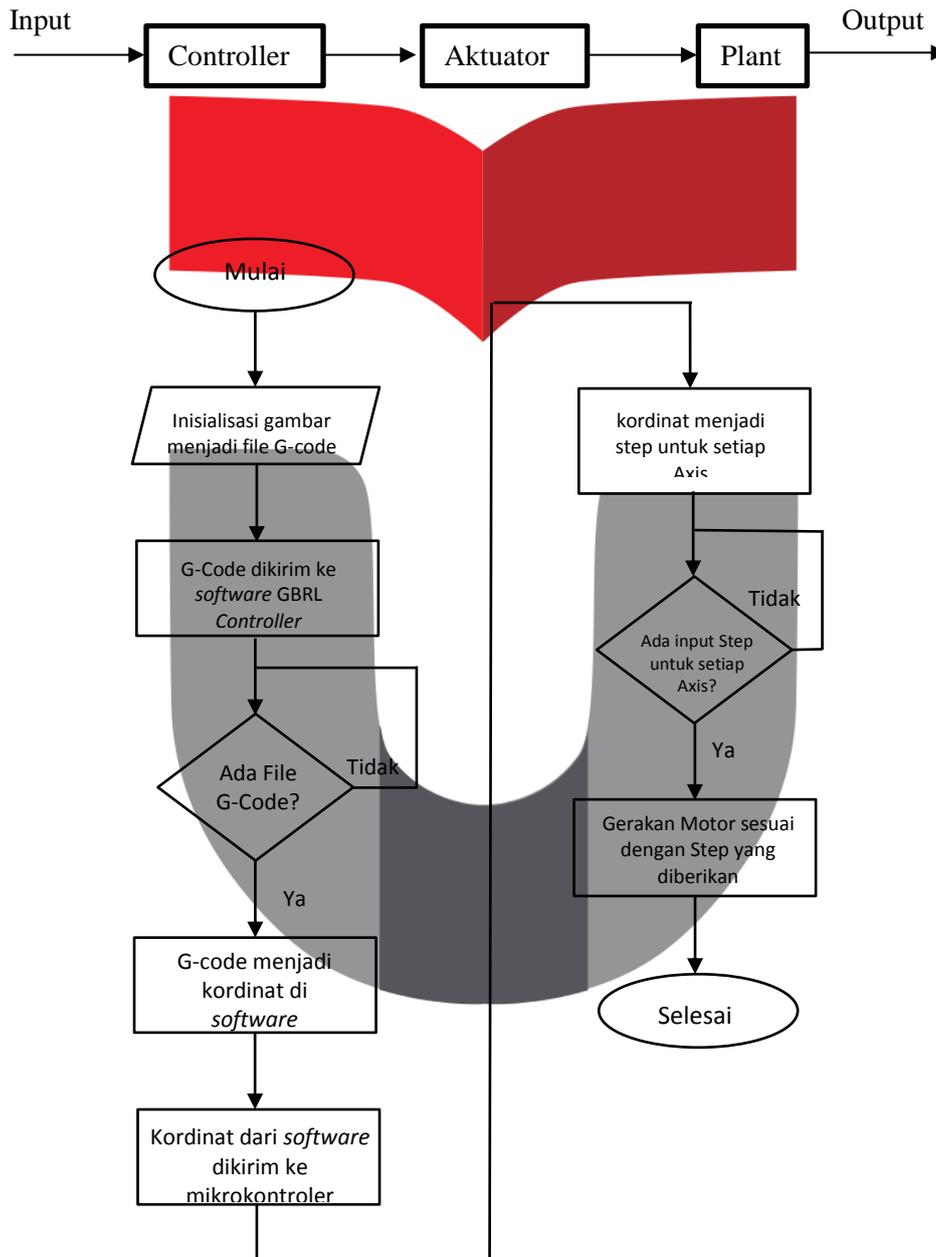
Implementasi pertama kontrol numerikal dengan program bahasa G dikembangkan MIT Servomechanisms Laboratory di tahun 1950-an. Satu dekade sejak implementasi pertama dilakukan sudah banyak perkembangan yang dilakukan oleh organisasi atau non organisasi. G-Code yang sering digunakan sebagai standar mesin kontrol numerical (NC). Berikut adalah tampilan G-Code program.

**2.4 GBRL Controller**

GBRL Controller adalah *Software library* yang ada didalam CNC shield untuk mengartikan G-Code yang dikirim ke sebuah Arduino sebagai perintah untuk mengerjakan sebuah mesin CNC. Pada dasarnya GBRL adalah sebuah *hex file* yang dapat dikirimkan ke Arduino agar dapat membaca sebuah perintah/ Program G-Code. Dengan CNC shield sebagai mikrokontroler dan driver stepper penggerak dari motor stepper.

**3. Perancang Sistem**

Perancangan perangkat keras merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan tugas akhir ini. Karena dengan adanya perangkat keras maka sistem dapat diuji secara nyata, apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Secara garis besar, diagram blok dari mesin CNC (*Computer Numerical control*) ini ditunjukkan pada gambar III-2. di bawah ini.



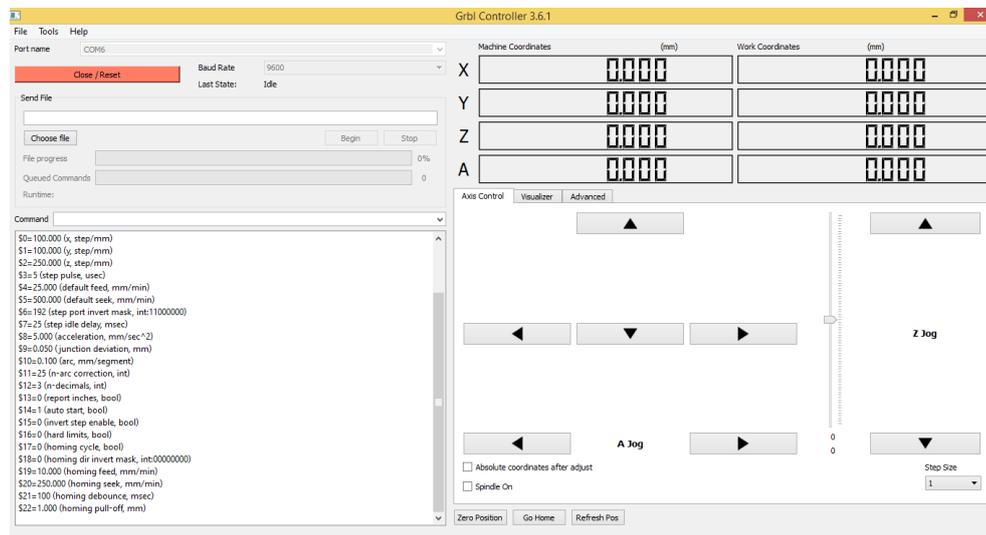
Gambar III-2. Diagram blok perancangan sistem

Pada gambar III-2 merupakan gambar dari blok diagram sistem CNC Router, iagram blok diatas menunjukkan cara kerja sistem yang akan dirancang untuk membuat sebuah mesin CNC Router. Dari gambar diatas terdapat *input* berupa file G-Code yang dimasukan ke *software GBRL Controller* yang selanjutnya dikirim kemikrontroler, di mikrokontroler terjadi proses data yang sebelumnya didapat dari *software GBRL*

*Controller* yang menentukan motor *stepper* / axis yang mana yang harus bergerak sejauh yang telah ditentukan pada input dan akhirnya *output* yang dihasilkan sesuai dengan input.

### 3.1. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan suatu hal yang penting dalam perancangan mesin CNC (*Computer Numerical control*) agar berjalan lancar. Pada gambar 3-2 merupakan diagram alir umum dari mesin kopi otomatis, nantinya pada setiap kondisi terdapat sub-sistemnya masing-masing.

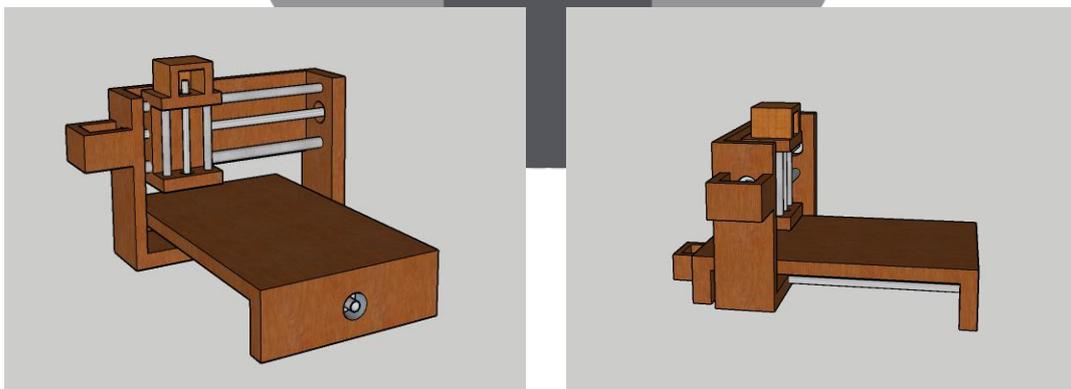


Gambar III-3. Tampilan *software* GBRL controller

Pada Gambar III-3 adalah tampilan *software* yang digunakan untuk pengupload file G-Code yang nantinya dijadikan kordinat-kordinat selanjutnya dikirim ke mikrokontroler menggunakan USB *serial port*.

### 3.2. Desain Perangkat

Pada gambar 3-3. Dapat dilihat bentuk desain dari mesin CNC (*Computer Numerical Control*) yang akan dibangun .



Gambar 3- 3. Desain mesin CNC (*Computer Numerical Control*)

#### 4. Pembacaan Hasil

##### 4.1 Pengujian Axis X

| NO          | G-CODE | milimeter Blok | mm - (G-Code) | Error |
|-------------|--------|----------------|---------------|-------|
| 1           | 5      | 5              | 0             | 0,0%  |
| 2           | 10     | 10             | 0             | 0,0%  |
| 3           | 15     | 15             | 0             | 0,0%  |
| 4           | 20     | 20             | 0             | 0,0%  |
| 5           | 25     | 25             | 0             | 0,0%  |
| 6           | 30     | 30             | 0             | 0,0%  |
| 7           | 35     | 35             | 0             | 0,0%  |
| 8           | 40     | 40             | 0             | 0,0%  |
| 9           | 45     | 45             | 0             | 0,0%  |
| 10          | 50     | 50             | 0             | 0,0%  |
| 11          | 55     | 55             | 0             | 0,0%  |
| 12          | 60     | 60             | 0             | 0,0%  |
| 13          | 65     | 65             | 0             | 0,0%  |
| .....       |        |                |               |       |
| 33          | 165    | 164            | 1             | 0,6%  |
| 34          | 170    | 168,5          | 1,5           | 0,9%  |
| 35          | 175    | 174            | 1             | 0,6%  |
| 36          | 180    | 178,5          | 1,5           | 0,8%  |
| 37          | 185    | 184            | 1             | 0,5%  |
| 38          | 190    | 188,5          | 1,5           | 0,8%  |
| 39          | 195    | 194            | 1             | 0,5%  |
| 40          | 200    | 198            | 2             | 1,0%  |
| RATA - RATA |        |                |               | 0.24% |

Tabel IV-2 Hasil Pengujian *Axis* / sumbu X untuk kecepatan 300 mm/min

Dari percobaan untuk *Axis* / Sumbu X diatas dapat disimpulkan kecepatan yang memiliki tingkat presisi yang bagus ialah pada saat kecepatan 300 mm/min. Maka untuk pergerakan *Axis* / Sumbu X digunakan kecepatan tersebut agar didapatkan tinggkat presisi yang baik.

##### 4.2 Pengujian Axis Y

| NO | G-CODE | milimeter Blok | mm - (G-Code) | Error |
|----|--------|----------------|---------------|-------|
| 1  | 5      | 5              | 0             | 0%    |
| 2  | 10     | 10             | 0             | 0%    |
| 3  | 15     | 15             | 0             | 0%    |
| 4  | 20     | 20             | 0             | 0%    |
| 5  | 25     | 25             | 0             | 0%    |
| 6  | 30     | 30             | 0             | 0%    |
| 7  | 35     | 35             | 0             | 0%    |
| 8  | 40     | 40             | 0             | 0%    |

|             |     |       |     |       |
|-------------|-----|-------|-----|-------|
| 9           | 45  | 45    | 0   | 0%    |
| 10          | 50  | 50    | 0   | 0%    |
| 11          | 55  | 55    | 0   | 0%    |
| 12          | 60  | 60    | 0   | 0%    |
| 13          | 65  | 65    | 0   | 0%    |
| .....       |     |       |     |       |
| 29          | 145 | 145   | 0   | 0%    |
| 30          | 150 | 149,5 | 0,5 | 0%    |
| 31          | 155 | 155   | 0   | 0%    |
| 32          | 160 | 160   | 0   | 0%    |
| 33          | 165 | 164,5 | 0,5 | 0%    |
| 34          | 170 | 170   | 0   | 0%    |
| 35          | 175 | 175   | 0   | 0%    |
| 36          | 180 | 180   | 0   | 0%    |
| RATA - RATA |     |       |     | 0.10% |

Tabel IV-5 Hasil Pengujian Axis / sumbu Y untuk kecepatan 300 mm/min

Dari percobaan untuk Axis / Sumbu Y diatas dapat disimpulkan kecepatan yang memiliki tingkat presisi yang bagus ialah pada saat kecepatan 300 mm/min. Maka untuk pergerakan Axis / Sumbu Y digunakan kecepatan tersebut agar didapatkan tingkat presisi yang baik

#### 4.3 Pengujian Axis X,Y

| NO    | G-CODE X | G-CODE Y | milimeter Blok X | milimeter Blok Y | mm - (G-Code)  X | mm - (G-Code)  Y | Error X | Error Y |
|-------|----------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|---------|
| 1     | 5        | 5        | 5                | 5                | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 2     | 10       | 10       | 10               | 10               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 3     | 15       | 15       | 15               | 15               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 4     | 20       | 20       | 20               | 20               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 5     | 25       | 25       | 25               | 25               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 6     | 30       | 30       | 30               | 30               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 7     | 35       | 35       | 35               | 35               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 8     | 40       | 40       | 40               | 40               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 9     | 45       | 45       | 45               | 45               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 10    | 50       | 50       | 50               | 50               | 0                | 0                | 0%      | 0%      |
| 11    | 55       | 55       | 54,4             | 55               | 0,6              | 0                | 1%      | 0%      |
| 12    | 60       | 60       | 59,5             | 60               | 0,5              | 0                | 1%      | 0%      |
| 13    | 65       | 65       | 64,5             | 65               | 0,5              | 0                | 1%      | 0%      |
| ..... |          |          |                  |                  |                  |                  |         |         |
| 29    | 145      | 145      | 143,5            | 144,5            | 1,5              | 0,5              | 1%      | 0%      |
| 30    | 150      | 150      | 148              | 149,5            | 2                | 0,5              | 1%      | 0%      |
| 31    | 155      | 155      | 153              | 154,5            | 2                | 0,5              | 1%      | 0%      |
| 32    | 160      | 160      | 158              | 159,5            | 2                | 0,5              | 1%      | 0%      |
| 33    | 165      | 165      | 163              | 164,5            | 2                | 0,5              | 1%      | 0%      |
| 34    | 170      | 170      | 168              | 169,5            | 2                | 0,5              | 1%      | 0%      |

|             |     |     |     |       |   |     |       |       |
|-------------|-----|-----|-----|-------|---|-----|-------|-------|
| 35          | 175 | 175 | 173 | 174,5 | 2 | 0,5 | 1%    | 0%    |
| 36          | 180 | 180 | 178 | 179,5 | 2 | 0,5 | 1%    | 0%    |
| RATA - RATA |     |     |     |       |   |     | 0.70% | 0.10% |

Tabel IV-7 Hasil Pengujian Axis / sumbu X,Y untuk kecepatan 200 mm/min

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis berhasil mendapatkan sejumlah kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil pengujian setiap Axis X,Y dan Z mesin CNC (*Computer Numerical Control*) dapat bekerja secara otomatis dan dapat membaca input *file G-Code* atau *Command G-Code*.
2. Berdasarkan hasil pengujian sistem Axis X sudah berjalan dengan baik, pada saat dilakukan percobaan pemberian kordinat pada *software GBRL controller* hasil perbandingan dari *software* dan hasil menghasilkan *error*. Nilai rata-rata *error* yang didapat dari perbandingan kordinat *software* dan hasil *hardware* adalah sebesar 0,28% untuk kecepatan 200 mm/min , 0,16% untuk kecepatan 300 mm/min dan 0,31% untuk kecepatan 400 mm/min.
3. Berdasarkan hasil pengujian sistem Axis Y sudah berjalan dengan baik, pada saat dilakukan percobaan pemberian kordinat pada *software GBRL controller* hasil perbandingan dari *software* dan hasil menghasilkan *error*. Nilai rata-rata *error* yang didapat dari perbandingan kordinat *software* dan hasil *hardware* adalah sebesar 0,15% untuk kecepatan 200 mm/min , 0,10% untuk kecepatan 300 mm/min dan 0,19% untuk kecepatan 400 mm/min.
4. Berdasarkan hasil pengujian sistem Axis X,Y sudah berjalan dengan baik, pada saat dilakukan percobaan pemberian kordinat pada *software GBRL controller* hasil perbandingan dari *software* dan hasil menghasilkan *error*. Nilai rata-rata *error* yang didapat dari perbandingan kordinat *software* dan hasil *hardware* adalah sebesar 0,86% untuk Axis X 0,15% untuk Axis Y dengan kecepatan 200 mm/min, 0,70% untuk Axis X 0,10% untuk Axis Y dengan kecepatan 300 mm/min dan 0,97% untuk Axis X 0,19% untuk Axis Y dengan kecepatan 400 mm/min.
5. Berdasarkan pengujian X,Y dan Z dengan input berupa gambar dengan input *file G-Code* didapatkan hasil yang sama antar input gambar dengan hasil.

## 6. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis berhasil mendapatkan sejumlah saran untuk penelitian-penelitian yang lebih lanjut, yaitu:

1. Pembuatan Mekanik pada mesin CNC (*Computer Numerical Control*) harus lebih kokoh agar mendapatkan tingkat *error* yang lebih rendah.
2. Gunakan motor stepper diatas spersifikasi yang digunakan agar dapat menahan beban yang lebih besar dan memiliki *error step* 0.
3. Gunakan *Lead Screw* yang berdiameter lebih besar agar putaran lebih baik dan *Nut Block* yang tebuat dari besi agar ulir tidak cepat habis agar menghindari haus ulir.

## Daftar Pustaka

- [1] Kajal J.Madekar, Kranti R. Nanaware, Pooja R. Phadtare, Vikas S. Mane, “ *Automatic mini CNC machine for PCB drawing and drilling* “, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) 2016
- [2] Mehmet Emin Aktan, Nihat Akkuş, Abdurrahman Yılmaz, Erhan Akdoğan, “ *Design and Implementation of 3 Axis CNC Router for Computer Aided Manufacturing Courses* “,
- [3] M.A. Khan, A. Shafi, S.A. Ahmad, S.F.H. Shah, M.M A. Bhutta, “*Design, Manufacturing, Evaluation, And Analysis Of CNC Carving Machine*” , Journal of Quality and Technology Management, Volume XI, Issue II, December 2015, Page 111 – 135
- [4] Dr.B.Jayachandraiah, O.Vamsi Krishna, P.Abdullah Khan, R.Ananda Reddy. “*Fabrication of Low Cost 3-Axis Cnc Router*” , International Journal of Engineering Science Invention. www.ijesi.org Volume 3 Issue 6| June 2014 | PP.01-10
- [5] Arduino, [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) , Maret 2018

- [6] Mr.Dhruv H. Patel, Prof. V. N. Patni, “*An Investigation Effect of Machining Parameters on CNC ROUTER*” , 2014 IJEDR | Volume 2, Issue 2 | ISSN: 2321-9939
- [7] Pratik Bhambhatt, Mr.Piyush Surani, Mr.Dhaval P Patel, Amarishkumar J.Patel, Sunilkumar N.Chaudhari , “*Design And Analysis Of Base Structure Of CNC Router*” , April 2017, Volume 4, Issue 04 JETIR (ISSN-2349-5162)
- [8] Allegro microsystem , “DMOS Microstepping Driver with Translator and Overcurrent Protection”
- [9] <http://www.pbcllinear.com/Download/DataSheet/Stepper-Motor-Support-Document.pdf>

