

# **PROTOTYPE PEMBUATAN CNC DENGAN PEMANFAATAN MOTOR STEPPER BERBASIS ARDUINO UNO**

**Alfin Rindi Widiyanto**

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro  
Universitas Teknologi Yogyakarta  
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta  
E-mail : [alfin.rindi@gmail.com](mailto:alfin.rindi@gmail.com)*

## **ABSTRAK**

*Mesin CNC atau Computer Numericaly Controlled merupakan suatu mesin yang dikontrol melalui komputer dengan menggunakan bahasa numerik atau perintah data dengan kode angka, huruf, dan simbol. Sistem kerja sistem CNC ini menggunakan sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya, sehingga bila dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional, maka mesin perkakas CNC akan lebih teliti, lebih presisi, lebih cepat, dan biasanya untuk produksi massal. Dengan menggunakan mesin perkakas CNC dapat menunjang produksi yang membutuhkan tingkat kerumitan yang tinggi dan dapat mengurangi campur tangan manusia atau operator selama mesin beroperasi. Oleh karena itu mesin CNC berbasis mikrokontroler ini dihadirkan untuk memudahkan masyarakat di bidang usaha industri manufaktur menengah ke bawah agar dapat meningkatkan kuantitas produksi dengan presisi dan akurat serta dapat diproduksi secara massal. Perangkat kontrol yang digunakan yaitu Arduino Uno dan CNC Shield, perangkat lunak yang digunakan yaitu Arduino IDE untuk mengunggah library GRBL, CorelDRAW untuk mendesain benda kerja, MakerCam sebagai pengubah desain menjadi G-code, dan bCNC sebagai software interface untuk operator menjalankan mesin CNC ini. Sedangkan perangkat keras yang digunakan berupa motor stepper sebagai penggerak aksis X, Y, dan Z, motor DC sebagai spindle atau pemutar mata bor untuk menyayat benda kerja, dan limit switch sebagai sensor pengaman agar laju gerak dari mesin CNC ini tidak melebihi batas operasionalnya. Pembuatan alat ini merupakan pembuatan alat yang dapat membuat suatu produk baru dengan mendesain gambar menggunakan software CorelDRAW yang cukup familiar digunakan oleh masyarakat yang dapat menunjang kegiatan produksi dengan biaya pembuatan alat yang cukup terjangkau dan menghasilkan produk yang presisi, teliti, dan dapat diproduksi massal..*

**Kata kunci :** CNC, CorelDRAW, Makercam, bCNC, G-code, Benda Kerja

## **ABSTRACT**

*CNC machine or Computer Numericaly Controlled is a machine that is controlled through computer by using numeric language or data command with code number, letter, and symbol. This CNC system work system uses synchronization between computer and its mechanic, so when compared to conventional machine tool, CNC machine tool will be more accurate, more precise, faster, and usually for mass production. Using CNC machine tools can support production that requires a high level of complexity and can reduce human or operator interference during machine operation. Therefore, this microcontroller based CNC machine is presented to facilitate people in the field of manufacturing industry middle to lower in order to increase the quantity of production with precision and accurate and can be mass produced. The control devices used are Arduino Uno and CNC Shield, the software used is Arduino IDE to upload GRBL libraries, CorelDRAW to design workpieces, MakerCam as a design converter into G-code, and bCNC as the software interface for operators running this CNC machine. While the hardware used in the form of stepper motor as a drive axis X, Y, and Z, DC motor as spindle or rotary drill player to cut the workpiece, and limit switch as a safety sensor so that the rate of motion of this CNC machine does not exceed its operational limit. Making this tool is a tool that can create a new product by designing the image using CorelDRAW software that is familiar enough used by the community that can support production activities with the cost of making the tool is quite affordable and produce precision pruduk, meticulous, and can be mass produced.*

**Keywords:** CNC, CorelDRAW, Makercam, bCNC, G-code, Workpiece

## 1. PENDAHULUAN

Mesin CNC merupakan suatu mesin yang dikontrol melalui komputer dengan menggunakan bahasa numerik atau perintah data dengan kode angka, huruf, dan simbol. Sistem kerja sistem CNC ini menggunakan sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya, sehingga bila dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional, maka mesin perkakas CNC akan lebih teliti, lebih presisi, lebih cepat, dan biasanya untuk produksi massal. Dengan menggunakan mesin perkakas CNC dapat menunjang produksi yang membutuhkan tingkat kerumitan yang tinggi dan dapat mengurangi campur tangan manusia atau operator selama mesin beroperasi (Jane: 2009).

Mesin CNC memiliki dua atau lebih arah gerakan yang disebut dengan sumbu *axis*. Gerakan pada *axis* antara lain linear yang merupakan garis lurus atau gerakan *circular* yang merupakan gerakan melingkar. Pada umumnya sumbu yang terdapat pada mesin CNC adalah X, Y, dan Z. Salah satu spesifikasi yang dapat memperlihatkan kerja yang kompleks dari mesin CNC adalah berupa banyak *axis* yang dimilikinya serta kombinasi gerakan pada setiap *axis*-nya.

Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat *prototype* mesin CNC yang bekerja dengan bergerak menuju ke suatu titik sesuai input yang telah diberikan. Mesin CNC ini bekerja dengan tiga *axis*, yaitu *axis* X, Y, dan Z. *Axis* X, Y, dan Z tersebut digunakan untuk menunjuk suatu titik koordinat tertentu sesuai dengan input yang diberikan. Pada mesin CNC yang akan dibuat, head atau kepala pengeksekusinya menggunakan mata pisau *milling* berukuran kecil. Mesin ini akan secara otomatis menyayat pola benda kerja sesuai dengan program yang telah dimasukkan.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 CNC

*Computer Numerical Control*, disingkat CNC merupakan sistem otomasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan. Kata NC sendiri adalah singkatan dalam bahasa Inggris dari kata *Numerical Control* yang artinya “kontrol numerik”. Mesin NC pertama diciptakan pertama kali pada tahun 1940-1950, dengan memodifikasi mesin perkakas biasa. Dalam hal ini mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem oleh perekam kertas. Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera

digantikan dengan sistem analog dan kemudian komputer digital, menciptakan Mesin perkakas modern yang disebut Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) yang dikemudian hari telah merevolusi proses desain. 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 massal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat (Wikipedia: 2017).

### 2.2 Microcontroller

*Microcontroller* atau pengendali mikro adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung didalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya berisi CPU saja (Wikipedia: 2017).

Salah satu mikrokontroler yang bisa digunakan yaitu Arduino Uno. Arduino Uno merupakan sebuah papan sistem minimum mikrokontroler yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.



Gambar 1: Arduino Uno

### 2.3 CNC Shield

CNC shield merupakan board tambahan yang digunakan untuk membuat mesin CNC. Pada CNC shield ini mempunyai empat slot untuk driver motor A4988 yang artinya dapat mengontrol empat buah motor stepper, tetapi pada alat yang akan dibuat hanya ada tiga slot saja untuk menggerakkan motor stepper sumbu X, Y, dan Z.



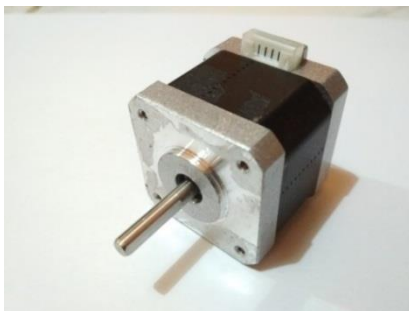
Gambar 2: CNC Shield



Gambar 4: Motor DC

## 2.4 Motor Stepper

Motor stepper merupakan perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan yang diberikan kepada motor. Motor stepper bekerja berdasarkan pulsa-pulsa yang diberikan pada lilitan fasenya dalam urutan yang tepat. Selain itu, pulsa-pulsa itu harus juga menyediakan arus yang cukup besar pada lilitan fase tersebut. Karena itu untuk pengoperasian motor stepper pertama-tama harus mendesain suatu *sequencer logic* untuk menentukan urutan pencatutan lilitan fase motor dan kemudian menggunakan suatu penggerak (driver) untuk menyediakan arus yang dibutuhkan oleh lilitan fase (Wikipedia: 2015).



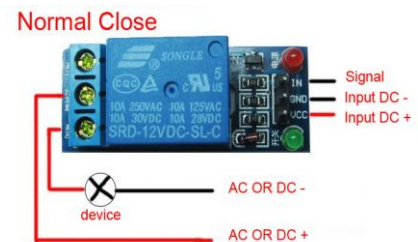
Gambar 3: Motor Stepper NEMA 17

## 2.5 Motor DC

Motor listrik DC merupakan suatu alat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan. Motor DC ini memiliki dua terminal dan menggunakan arus searah atau DC dalam pengoperasiannya. Motor DC ini biasanya digunakan pada perangkat elektronik seperti kipas, bor listrik dan lain sebagainya. Motor DC pada proyek Tugas Akhir ini berfungsi sebagai motor *spindle* yang digunakan untuk mengeksekusi bidang kerja yang akan dikerjakan. Terdapat dua bagian utama pada sebuah motor DC, yaitu *Stator* dan *Rotor*.

## 2.6 Relay

Relay adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar magnet (Wikipedia: 2017). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V/2A. pada gambar berikut merupakan tampilan dari modul relay dengan satu *channel*.



Gambar 5: Relay

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan sebagai penunjang penelitian ini yaitu:

Tabel 1: Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Catu daya 24 V	Arduino Uno
Multi meter	CNC Shield
Laptop	Driver Motor A4988
Kabel <i>Jumper</i>	Motor Stepper Nema 17
Obeng	Motor DC
Tang	<i>Limit Switch</i>

Penggaris	Relay
Klem C	Alumunium Profil
	Siku Pengunci
	Lead Screw dan Nut
	Coupling
	Bearing Insert
	Linier Slide Block
	Smooth Rod
	SK8

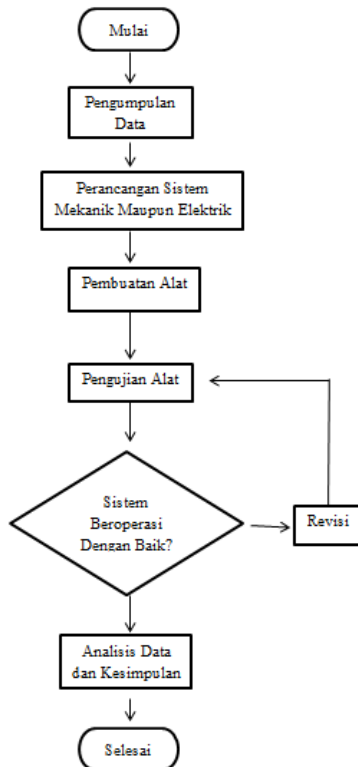
### 3.2 Software yang digunakan

Beberapa *software* yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Arduino IDE
2. Autocad
3. CorelDRAW
4. MakerCam
5. bCNC
6. Fritzing

### 3.3 Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, ada beberapa tahapan untuk menyelesaikan penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 6 : Flowchart metode penelitian

## 4. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

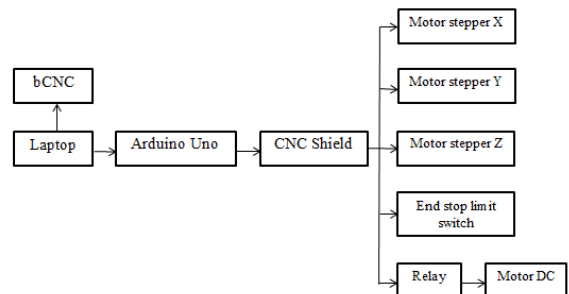
### 4.1 Analisis Sistem Yang Berjalan

penelitian tentang *prototype* mesin CNC ini dibuat dengan memanfaatkan motor stepper sebagai sebagai penggerak utamanya. Motor stepper berfungsi untuk menggerakkan aksis X, Y, dan Z. Motor stepper dipilih karena motor ini ini dapat memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak dan memiliki respon yang baik terhadap mulai, stop, serta berbalik putaran.

Dalam perancangan alat ini dibutuhkan sebuah suatu *software interface* yaitu bCNC. bCNC merupakan *software* yang menunjang operator dalam pengoperasian mesin CNC karena dapat mengontrol mesin CNC secara manual untuk memposisikan mesin pada posisi titik nol dan otomatis pada saat *g-code* dimasukkan ke bCNC tersebut.

### 4.2 Diagram Blok Rancangan Sistem

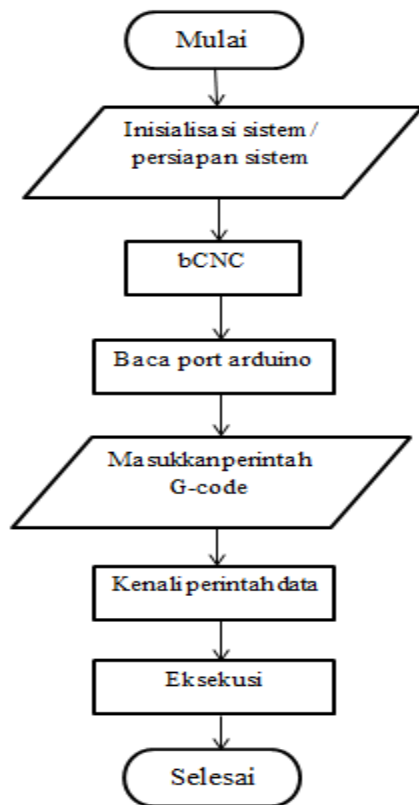
Pada bagian ini akan membahas mengenai urutan sistem kerja komponen-komponen yang digunakan pada pembuatan *prototype* mesin CNC ini.



Gambar 7: Diagram blok rancangan sistem

### 4.3 Rancangan Alat

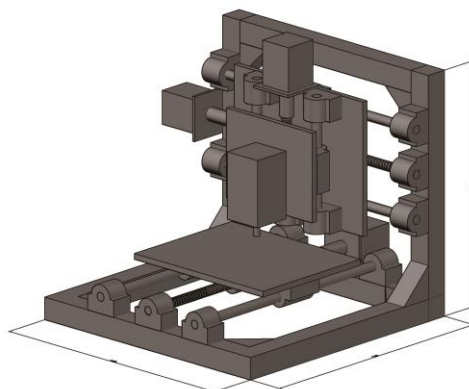
Dalam rancangan alat ini akan menjelaskan alur perancangan alat sesuai dengan yang diinginkan. Berikut flowchart perancangan alat.



Gambar 8: Rancangan sistem

#### 4.4 Rancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini didesain menggunakan *software* AutoCad 2017 dan CorelDraw sebagai pengolah grafis / vektor, untuk mendesain *frame* atau kerangka dari *prototype* mesin CNC, dudukan motor stepper, *bed* atau penampang pembawa aksis, dan dudukan *bearing*.



Gambar 9: Rancangan *prototype* mesin CNC secara keseluruhan

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Pembuatan *Hardware* Mekanik

Pada bagian ini berisikan tentang implementasi atau penerapan dari rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Kerangka dari *prototype* CNC ini terbuat dari aluminium profil 2020 dimana panjang 26cm, lebar 24cm, dan tinggi 22cm yang di rangkai dengan menggunakan siku pengunci yang dibautkan antar sambungannya. Pada aluminium profil juga dipasang SK8 yaitu dudukan penjepit *smooth rod*, kemudian *bearing insert* yaitu penjepit *lead screw* atau as ulir yang dapat berputar mengikuti putaran as ulir yang terhubung pada motor stepper, dudukan motor stepper yang terbuat dari akrilik dengan ketebalan 5mm, dudukan *bearing insert* yang terbuat dari akrilik dengan ketebalan 5mm. Kemudian terdapat motor stepper untuk menggerakkan *lead screw* atau as ulir pada setiap aksisnya yaitu aksis X, Y, dan Z, untuk dapat menggerakkan papan pada setiap aksisnya terdapat *nut* pada as ulir yang terhubung pada motor stepper dan juga *linier slide block* yang telah terpasang pada *smooth rod* dan dibautkan pada papan pembawa di setiap aksisnya. Kemudian dipasangkan juga *limit switch* pada setiap ujung di ketiga aksisnya yang bertujuan sebagai pengaman dalam pengoperasian *prototype* mesin CNC ini.

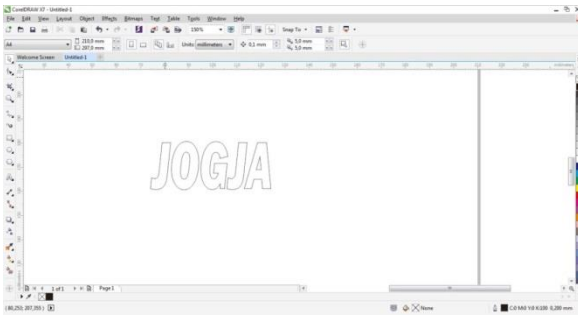


Gambar 10: *Prototype* CNC secara keseluruhan

### 5.2 Pengujian Alat

#### 5.2.1 Desain Benda Kerja

Pada tahap ini merupakan tahap mendesain pola *feeding* atau penyayatan terhadap benda kerja yang akan dikerjakan oleh *prototype* mesin CNC ini. *Software* yang akan digunakan untuk mendesain pola kerja adalah dengan *software* CorelDraw setelah itu di *export* dalam bentuk (.SVG).. CorelDraw digunakan karena cara penggunaannya yang cukup mudah dan familiar digunakan. Berikut merupakan hasil dari desain yang dibuat dengan CorelDraw.



Gambar 11: Desain benda kerja dengan CorelDraw

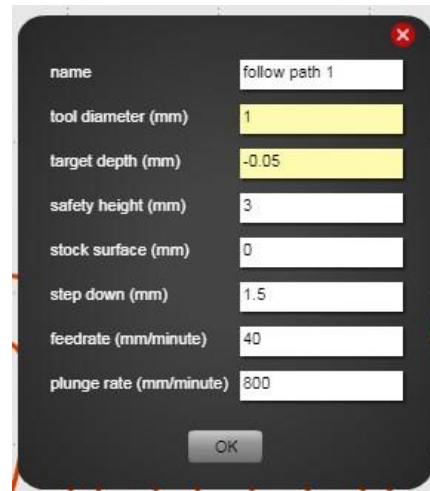
### 5.2.2 Membuat G-code

Setelah membuat desain benda kerja langkah selanjutnya adalah membuat G-code dengan cara mengunggah file dengan format (.SVG) ke <http://makercam.com>. Situs web ini digunakan untuk mengkonversikan gambar menjadi perintah G atau G-code secara otomatis serta dapat mengatur kedalaman penyayatan, kecepatan sayat, diameter mata bor, dan *safety high* untuk pergerakan aksis z tanpa penyayatan.berikut merupakan langkah-langkah membuat G-code dengan menunggah secara online file berformat (.SVG) ke <http://makercam.com>. Langkah pertama adalah membuka alamat web <http://makercam.com>, lalu pilih open SVG file. Dapat dilihat pada gambar berikut.



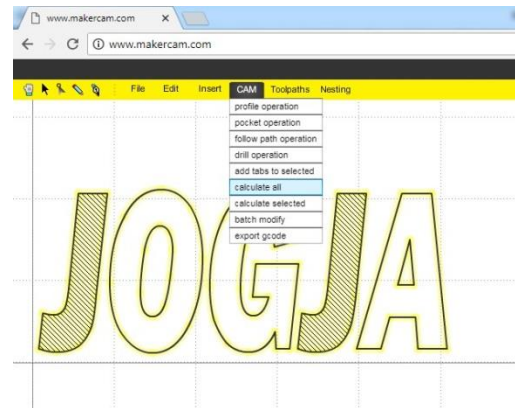
Gambar 12: Hasil open SVG file pada <http://makercam.com>

Selanjutnya setelah memilih jenis penyayatan follow path operation maka akan muncul tabel pengaturan dari pergerakan *prototype* mesin CNC ini. Berikut merupakan tampilan dari tabel pengaturan penyayatan.



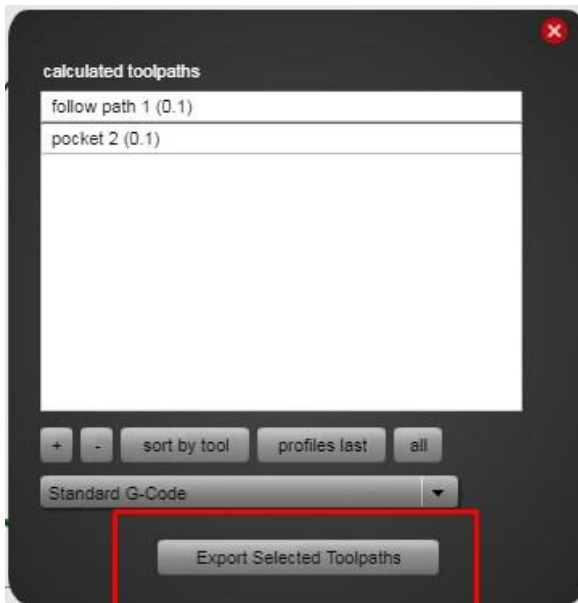
Gambar 13: Pengaturan penyayatan follow path operation

Setelah melakukan pengaturan penyayatan langkah selanjutnya adalah meng calculate all seperti yang di tunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 14: Calculate all

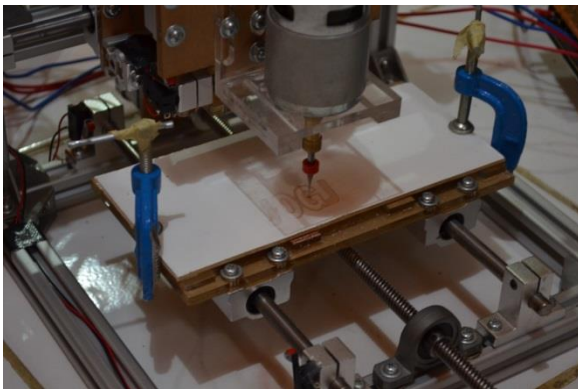
Langkah selanjutnya yaitu export G-code dari pengaturan yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan tampilan untuk meng export G-code.



Gambar 14: Export G-code

### 5.2.3 Proses Penyayatan

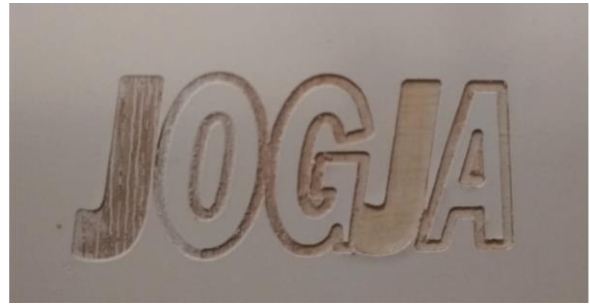
Pada proses penyayatan ini merupakan proses eksekusi dari g-code yang telah dibuat sebelumnya. Proses penyayatan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 15: Proses Penyayatan

### 5.2.4 Hasil Penyayatan

Pada tahap ini memaparkan dari hasil penyayatan yang telah dilaksanakan pada tahap sebelumnya pada percobaan pertama bahan benda kerja terbuat dari tripleks dengan ketebalan 3mm yang dapat dilihat pada gambar berikut. Pada bagian hasil dan pembahasan ini dipaparkan mengenai hasil dan pembahasan dari sistem informasi yang dibuat.



Gambar 16: Hasil penyayatan dengan benda kerja triples

### 5.2.5 Analisis Keakuratan Aksis

Pada tahap ini akan membahas tentang keakuratan atau kepresisian jalannya aksis pada *prototype* mesin CNC yaitu dengan cara mengukur suatu bidang kerja dengan rumus hasil ukur dikurangi dengan besar diameter mata bor. Sebagai contoh dari percobaan membuat bentuk persegi dengan ukuran 20 mm x 20 mm sebanyak enam kali pengujian dengan hasil yang ditunjukkan pada tabel berikut.

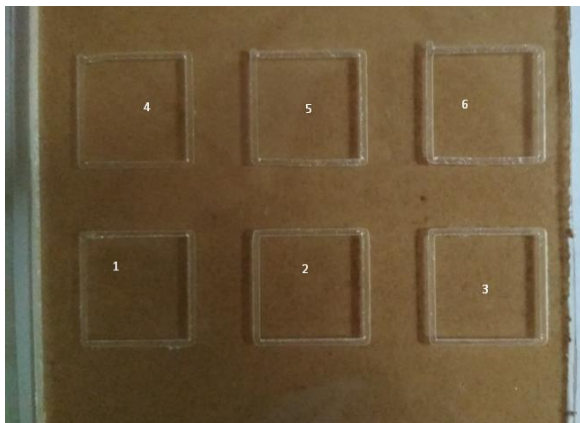
Tabel 2: Hasil Pengukuran persegi berukuran 20mm X 20mm

NO	Pengukuran Persegi	Aksis X	Aksis Y	Keterangan
1	persegi pertama	21 mm	21.1 mm	Akurat
2	Persegi kedua	21 mm	21 mm	Akurat
3	Persegi ketiga	21.1 mm	21 mm	Akurat
4	Persegi keempat	21 mm	20.9 mm	Akurat
5	Persegi kelima	21.1 mm	21 mm	Akurat
6	Persegi keenam	21.1 mm	21.1 mm	Akurat

Tabel 3: Analisis tingkat eror pada hasil persegi

NO	Pengukuran Persegi	Eror aksis X	Eror aksis Y	Persentase tingkat eror
1	persegi pertama	(21 mm - 21 mm) x 100% = 0 %	(21.1 mm - 21 mm) x 100% = 0.1 %	0.1 %
2	Persegi kedua	(21 mm - 21 mm) x 100% = 0 %	(21 mm - 21 mm) x 100% = 0 %	0 %

3	Persegi ketiga	(21.1 mm -21 mm) x 100% = 0.1 %	(21mm - 21 mm) x 100% = 0 %	0.1 %
4	Persegi keempat	(21mm - 21 mm) x 100% = 0 %	(20.9 mm -21 mm) x 100 % =0.1 %	0.1 %
5	Persegi kelima	(21.1 mm -21 mm) x 100% = 0.1 %	(21mm - 21 mm) x 100% = 0 %	0.1 %
6	Persegi keenam	(21.1 mm -21 mm) x 100% = 0.1 %	(21.1 mm -21 mm) x 100% = 0.1 %	0.2 %
Jumlah				0.6 %
Rata-rata error				0.1 %



Gambar 17: Pengujian bentuk persegi

Dengan hasil pengukuran penyayatan persegi rata-rata dengan di peroleh hasil pengukuran 21 mm dengan tingkat error dibawah 0.5 % maka *prototype* mesin CNC ini cukup akurat dan presisi.

Pengujian kedua yaitu membuat alur berbentuk lingkaran dengan diameter 25 mm sebanyak enam kali pengujian dengan hasil yang ditunjukkan pada tabel berikut.

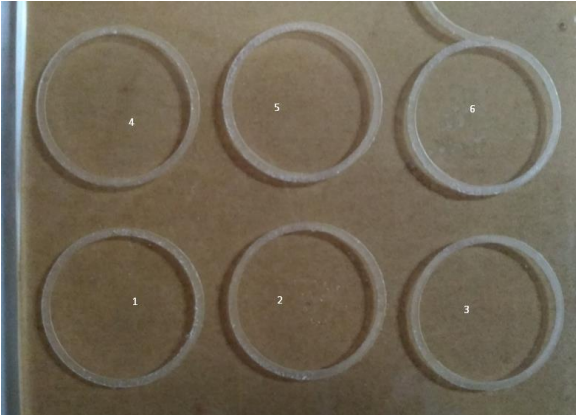
Tabel 4: Hasil pengukuran lingkaran dengan diameter 25mm

NO	Pengukuran Lingkaran	Pengukuran pertama	Pengukuran kedua	Keterangan
1	Lingkaran pertama	26 mm	26.1 mm	Akurat
2	Lingkaran kedua	26 mm	26 mm	Akurat
3	Lingkaran ketiga	26.1 mm	26 mm	Akurat
4	Lingkaran keempat	26 mm	26 mm	Akurat
5	Lingkaran kelima	26 mm	26.1 mm	Akurat
6	Lingkaran keenam	26 mm	26 mm	Akurat

Tabel 5: Analisis tingkat error pada hasil lingkaran

NO	Pengukuran Persegi	Error pengukuran pertama	Error pengukuran kedua	Persentase tingkat error
1	Lingkaran pertama	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	(26.1 mm -26 mm) x 100% = 0.1 %	0.1 %
2	Lingkaran kedua	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	0 %
3	Lingkaran ketiga	(26.1 mm -26 mm) x 100% = 0.1 %	(26mm - 26 mm) x 100% = 0 %	0.1 %
4	Lingkaran keempat	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	(26 mm - 26 mm) x 100 % =0 %	0 %
5	Lingkaran kelima	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	(26.1mm - 26 mm) x 100% = 0.1 %	0.1 %
6	Lingkaran keenam	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	(26 mm - 26 mm) x 100% = 0 %	0 %
Jumlah				0.3 %
Rata-rata error				0.05 %





Gambar 18: Pengujian bentuk lingkaran

Dengan hasil pengukuran penyayatan lingkaran rata-rata dengan di peroleh hasil pengukuran 26 mm dengan tingkat error dibawah 0.5 % maka *prototype* mesin CNC ini cukup akurat dan presisi.

## 6. PENUTUP

### 6.1. Kesimpulan

setelah melakukan pembahasan pada bab sebelumnya mengenai *prototype* pembuatan CNC dengan pemanfaatan motor stepper berbasis Arduino Uno, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun *prototype* mesin CNC ini menggunakan alumunium profile berukuran 2020 sebagai rangkanya dan siku pengunci sebagai penghubung antar sambungan alumunium profil. Pada alumunium profil dipasang juga komponen pendukung lainnya seperti SK8, *bearing insert*, *lead screw*, *smooth rod*, *linier slide block*, dan motor stepper. Alat ini di kendalikan dengan *software* bCNC dengan *G-code* sebagai bahasa pemrogramannya yang dapat diterjemahkan oleh Arduino Uno yang telah terisi *firmware* GRBL serta *Board* tambahan CNC Shield sebagai piranti tambahan pendukung pada *prototype* mesin CNC ini yang sudah terdapat slot driver A4988 dan pin output untuk mempermudah dalam pengoperasian *prototype* CNC ini.
2. Cara mikrokontroler Arduino Uno dapat membaca *G-code* yaitu dengan mengunggah *library firmware* GRBL ke Arduino IDE. *Firmware* GRBL yang dapat di *download* secara gratis di <https://github.com>.
3. Untuk mengubah suatu gambar menjadi *G-code* langkah pertama yaitu membuat desain gambar pada CorelDraw lalu di *export* dalam

bentuk *.(SVG)*, setelah itu *file* dalam bentuk *.(SVG)* ini di *upload* ke <http://makercam.com>. Setelah itu pilih mode penyayatan dan mengatur diameter bor, kedalaman penyayatan, kecepatan penyayatan dll. Setelah semua pengaturan selesai selanjutnya adalah meng *calculate all* lalu *export G-code*, maka pembuatan *G-code* selesai dengan format *file* *(.nc)*.

4. Pergerakan mekanik pada *prototype* mesin CNC ini cukup presisi, dibuktikan dengan pengujian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dengan pengukuran real dikurangi dengan diameter mata bor.

## 5.2. Saran

Berdasarkan pengalaman saat melakukan pembuatan alat serta penulisan laporan tugas akhir ini, penulis memiliki beberapa saran untuk peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan *prototype* mesin CNC ini masih mempunyai banyak kekurangan sehingga untuk peneliti selanjutnya diharap dapat memperbaiki kekurangan dari *prototype* mesin CNC ini.
2. Pada *prototype* mesin CNC ini *workspace* atau bidang operasionalnya relatif kecil. Untuk peneliti selanjutnya diharap dapat memperbesar lagi *workspase* nya agar bidang yang akan dikerjakan juga luas.
3. Untuk *prototype* mesin CNC ini adalah CNC jenis *milling* atau proses kerjanya adalah penyayatan benda kerja. Untuk peneliti selanjutnya penulis dapat menyarankan agar membuat CNC dalam bidang laser atau 3d *print* karena konsep kerjanya relatif sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fahlevi, M. R. (2017). *Perancangan CAD CAM Mesin CNC Milling Router 3 Axis Dengan Perangkat Lunak MASTERCAM*. Riau: JOM FKTEKNIK Universitas Riau, Volume 4 no. 2.
- [2] Harrizal, I. S. (2017). *Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System*. Riau: JOM FTEKNIK Universitas Riau, Volume 4 no. 2.
- [3] Jane. (2009). *CNC (Computer Numericaly Controlled)*. <http://jane.blog.uns.ac.id/2009/08/21/cnc-computer-numerically-controlled/>.

- Diakses tanggal 25 April 2018, Jam 17.37 WIB.
- [4] Mukhofidhoh. (2018). *Rancang Bangun Mesin Pengebor PCB Mini Otomatis Berbasis Arduino Uno*. Surabaya: Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya, Volume 7 no.1.
- [5] Niandityo, L. D. (2017). *Mengubah Gambar Vektor Menjadi Perintah Gerakan Robot Dalam G-Code*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.
- [6] Wikipedia. (2017). *CNC*. <https://id.wikipedia.org/wiki/CNC>. Diakses tanggal 28 April 2018, Jam 22.52 WIB.
- [7] Wikipedia. (2015). *Motor Stepper*. [https://id.wikipedia.org/wiki/Motor\\_Stepper](https://id.wikipedia.org/wiki/Motor_Stepper). Diakses tanggal 28 April 2018, Jam 22.58 WIB.
- [8] Wikipedia. (2017). *Pengendali Mikro*. [https://id.wikipedia.org/wiki/Pengendali\\_mikro](https://id.wikipedia.org/wiki/Pengendali_mikro). Diakses tanggal 28 April 2018, Jam 23.01 WIB
- [9] Wikipedia. (2017). *Relai*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Relai>. Diakses tanggal 29 April 2018, Jam 20.58 WIB.