

RANCANG BANGUN MESIN CNC MINI UNTUK MENGGAMBAR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560

Akirul Mukminin¹, Harlan Effendi²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri-ISTN(1,2)

ABSTRAK

Mesin CNC mini adalah sebuah alat CNC yang digunakan untuk menggambar dengan menggunakan software otomatis. Alat ini dioperasikan oleh sebuah komputer, oleh sebab itu alat ini disebut CNC mini (*Computer Numerical Control*) yang berarti "komputer kontrol numerik". Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pemroses data yang diberikan oleh komputer. Bagian mekanik di rancang mempergunakan *CDRom*. *CDRom* dari sebuah PC komputer yang dirancang sedemikian rupa guna menjadi suatu alat yang dapat digunakan sebagai alat menggambar otomatis. Dua buah motor stepper digunakan sebagai X dan Y axis, dan 1 buah motor servo digunakan sebagai Z axis. Motor-motor tersebut memerlukan driver agar output dari arduino dapat disinkronkan dengan motor-motor yang digunakan. Driver yang dimaksud adalah Shield Driver Motor L293D driver ini berfungsi sebagai penerima data dari arduino dan kemudian di hubungkan ke motor stepper dan motor servo. Pada bagian software menggunakan software inscape untuk mengubah gambar ke ekstensi G-Code, software processing 3 sebagai pengubah gambar ke dalam coding dan mentransfer coding tersebut ke arduino, dan software arduino Ide digunakan untuk membuat coding yang kemudian dimasukkan ke dalam IC arduino mega 2560.

Kata Kunci : CNC, Arduino Mega 2560, Stepper, Servo, Shield Driver Motor L293D

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Computer Numerical Control atau *CNC* (berarti "komputer kontrol numerik") merupakan sistem otomatisasi Mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan cam. Kata *NC* sendiri adalah singkatan dalam Bahasa Inggris dari kata *Numerical Control* yang artinya Kontrol Numerik.

Mesin *NC* pertama diciptakan pertama kali pada tahun 40-an dan 50-an dengan memodifikasi Mesin perkakas biasa. Dalam hal ini Mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan ke dalam 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, pengerjaan produk massal dengan hasil yang sama persis dan waktu pengerjaan yang cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Masalah yang muncul dalam pembuatan alat adalah :

1. Bagaimana cara kerja mesin mini *CNC* ini dapat bekerja dengan menggunakan arduino MEGA 2560?
2. Bagaimana cara sinkronisasi antara komputer dengan arduino MEGA 2560?
3. Bagaimana cara membuat mekanis mesin *CNC* mini ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Penelitian ini, penulis membatasi masalah yaitu:

1. Alat ini menggunakan motor stepper dan motor servo
2. Alat ini dibuat hanya untuk menggambar sebuah gambar yang sudah dirubah ekstensinya ke G-Code.
3. Driver motor stepper menggunakan IC L293D.

4. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan program mikrokontroler Arduino Mega 2560 adalah Bahasa C.
5. Motor servo digunakan untuk *pen up and pen down*.
6. Software yang digunakan ink scape, processing 3 dan arduino ide

1.4 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah diatas penulis bisa menyimpulkan bahwa hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Diharapkan kombinasi mikrokontroler Arduino mega 2560, motor stepper, dan motor servo dapat berfungsi maksimal untuk membuat desain gambar sesuai yang diinginkan pada komputer.
- b. Diharapkan dengan menggunakan motor stepper dan motor servo pada alat ini bisa menjadi rangkaian yang saling berhubungan.
- c. Diharapkan dengan adanya rangkaian driver motor bisa menjadi penghubung antara mikrokontroler dengan motor stepper.

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.5.1 Tujuan

1. Tujuan Umum
Sebagai bahan pembelajaran dalam hal pengembangan sistem otomatisasi dalam pembuatan gambar.
2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sistem kerja mesin *CNC* yang ada saat ini.
2. Mempelajari tentang mesin *CNC* mini yang menggunakan Arduino MEGA sebagaia otakanya.
3. Dapat menghubungkan antara software dan hardware sehingga dapat saling keterhubungan dengan baik.
4. Membangun *CNC* Mini Drawing berbasis Arduino Mega 2560 dengan menggunakan motor stepper dari mekanik *CDRom*.
5. Menguji kelayakan mesin mini *CNC* yang telah dirancang.

1.6 METODOLOGI ENELITIAN

Dalam melakukan suatu penelitian diperlukan data yang akurat dan dapat digunakan serta diolah menjadi suatu informasi untuk mendukung penulisan penelitian. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis memerlukan cara yang tepat untuk mempermudah pelaksanaan pengumpulan data tersebut. Dalam hal ini penulis melakukannya dengan cara sebagai berikut:

1. Penelitian Lapangan (*Field Reseach*)
Penelitian Lapangan yaitu Usaha yang dilakukan penulis dalam rangka memperoleh data primer dan sekunder dengan pihak-pihak yang dapat memberikan informasi mengenai penelitian ini diantaranya dengan: Observasi, yaitu teknik pengumpulan data dimana penelitian dilakukan secara langsung oleh penulis pada objek penelitian untuk mendapatkan gambaran yang lebih nyata dalam pembahasan masalah ini.
2. Penelitian perpustakaan (*Library Research*)
Penelitian Kepustakaan merupakan metode pengumpulan data berdasarkan buku-buku yang berkaitan dengan sumber data tertulis lainnya yang ada di perusahaan, yang berhubungan dengan pokok bahasan tugas akhir ini dan dijadikan sebagai dasar perbandingan antara data yang penulis dapatkan di lapangan.
3. Penelitian Labor (*Laboratory Research*)
Metode ini dilakukan untuk menguji konsep yang ada dengan menggunakan alat yang sesuai. Adapun Dalam pembuatan penelitian ini, penulis menggunakan metode sebagai berikut:
 - a) Hardware
 1. Mekanik *CD Rom PC*
 2. Arduino Mega 2560+kabel USB
 3. Motor mini Servo
 4. Adaptor *DC 5 Volt 1 A*
 5. Bolpoint
 6. Kabel
 7. Akrilik
 8. Laptop
 9. Sheild driver motor L293D
 - b) Software
 1. Software Arduino Ide
 2. Software Inkscape
 3. Software Processing 3

2.LANDASAN TEORI

2.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan *microcontroller* berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 ini memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai *UART (port serial hardware)*, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*.

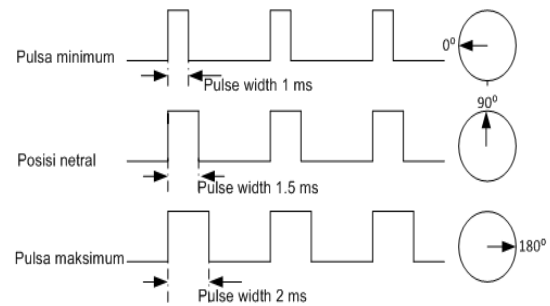
Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor *AC – DC* atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.

2.2 Motor servo

Motor servo adalah sebuah motor *DC* yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Contoh Motor Servo motor servo, teori motor servo, definisi motor servo, bentuk motor servo, dasar teori motor servo, pengertian motor servo, analisa motor servo.

2.2.1 Prinsip Kerja Motor servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar keposisi 180° atau kearah kanan (searah jarum jam). Berikut gambar pergerakan sinyal pulsa dan sudut motor servo



2.2.2 Jenis Motor Servo Motor :

1) Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (*CW* dan *CCW*) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

2) Motor Servo Continuous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (*CW* dan *CCW*) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinu).

3) Pulsa Kontrol Motor Servo Operasional

Motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum. Apabila motor servo diberikan pulsa dengan besar 1.5 ms mencapai gerakan 90°, maka bila kita berikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0° dan bila kita berikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180°.

2.2.3 Shield Driver Motor L293D

Dual L293D motor shield, merupakan shield arduino yang mudah penggunaannya untuk pembuatan aplikasi robot beroda. Karena shield ini dapat menjalankan 4 buah motor dan dua buah servo sekaligus. Shield ini adalah produk buatan dari ada fruit. Namun dipasaran, sudah banyak beredar produk yang serupa (*clone*) dengan harga yang lebih murah.

Tabel 2.3 Spesifikasi Shield Driver Motor L293D

No	Spesifikasi Shield Driver Motor L293D
1	2 konektor untuk 5V Servo.
2	Dapat menjalankan 4 motor DC atau 2 stepper motor atau 2 Servo
3	Dapat menjalankan 4 motor bi-directional DC dengan kecepatan pemilihan
4	Menjalankan 2 stepper motor (unipolar atau bipolar) dengan single coil atau
5	4 H-Bridges: per bridge menyediakan 0.6A (1.2A saat puncak) dengan perlindungan termal, dapat menjalankan motor 4.5V sampai 36V DC.
6	Kompatibel untuk Uno, Mega, Diecimila & Duemilanove.
7	1 Tombol reset.
8	2 konektor daya eksternal.

2.4 Motor Stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis motor DC yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Prinsip kerja motor stepper adalah bekerja dengan mengubah pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis dimana motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor stepper tersebut. Kelebihan motor stepper dibandingkan dengan motor DC biasa adalah :

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
3. Posisi dan pergerakan repetisi nya dapat ditentukan secara presisi
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)
5. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
6. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
7. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

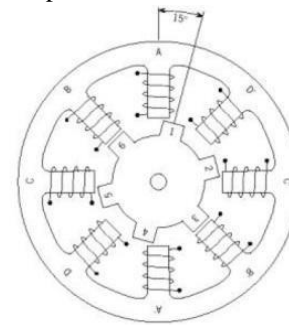
2.4.1 Jenis-Jenis Motor Stepper :

Berdasarkan struktur rotor dan stator pada motor stepper, maka motor stepper dapat dikategorikan dalam 3 jenis sebagai berikut :

a) Motor stepper Variable Reluctance (VR)

Motor stepper jenis ini telah lama ada dan merupakan jenis motor yang secara struktural paling mudah untuk dipahami. Motor ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus DC, kutub-kutubnya menjadi termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub-kutub stator.

Berikut ini adalah penampang melintang dari motor stepper tipe variable reluctance (VR):

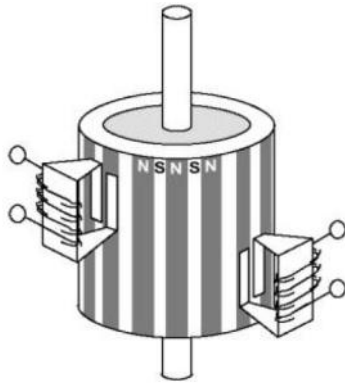


Gambar 2.9 Motor stepper tipe variable reluctance (VR)

b) Motor stepper Permanent Magnet (PM)

Motor stepper jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar (tin can) yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselang-seling dengan kutub yang berlawanan. Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (step) yang rendah yaitu antara $7,5^{\circ}$ hingga 15° per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap

putarannya. Berikut ini adalah ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe permanent magnet :

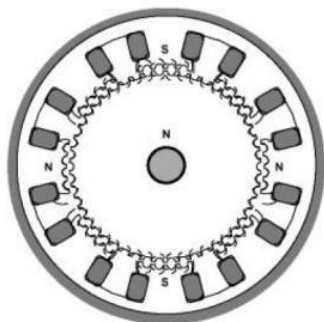


Gambar 2.10 Motor stepper tipe permanent magnet (PM)

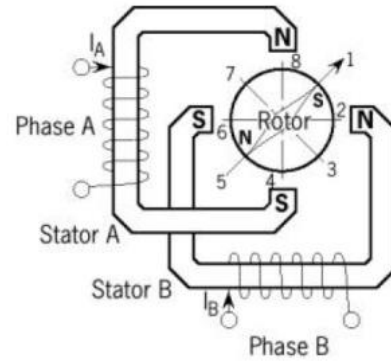
c) Motor stepper Hybrid (HB)

Motor stepper tipe hibrid memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor stepper sebelumnya. Motor stepper tipe hibrid memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe PM. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe hibrid dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara $3,6^0$ hingga $0,9^0$ per langkah atau 100-400 langkah

setiap putarannya. Berikut ini adalah penampang melintang dari motor stepper tipe hibrid :



Gambar 2.11 Motor stepper tipe hibrid



Gambar 2.13 Motor stepper dengan lilitan bipolar

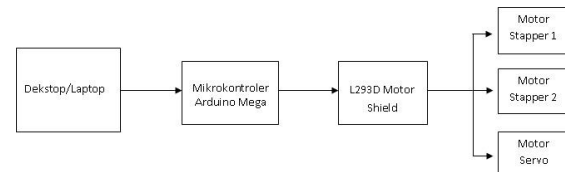
3. ANALISA DAN PERANCANGAN

3.1 Perancangan Alat

Dalam perancangan dalam pembuatan alat ini yaitu, terdiri atas perancangan hardware yang meliputi perancangan mekanik dan elektronik, dan perancangan perangkat lunak (software). Perancangan ini mempunyai gambaran perancangan hardware yang didalamnya ada beberapa rangkaian elektrik yang digunakan pada alat ini.

3.1.1 Perancangan Hardware

3.1.1.1 Diagram Blok



Alat ini digunakan sebagai alat untuk menggambar otomatis yang menghasilkan gambar yang presisi dan mirip dengan gambar yang aslinya. Dekstop/Laptop sebagai komponen pertama yang digunakan sebagai pembuat dan pengolah data dalam bentuk gambar yang nanti akan diterjemahkan ke dalam bahasa C kemudian di transfer ke mikrokontroler arduino melalui USB untuk pemrosesan data, selanjutnya data yang dihasilkan mikrokontroler akan dioutputkan ke dua motor stepper dan satu motor servo yang harus melalui *driver* terlebih dahulu yaitu L293D motor shield. Stepper 1 digunakan untuk Y Axis sebagai

penggerak pena kekanan dan kekiri dan stepper 2 untuk X Axis sebagai penggerak papan kertas gambar untuk maju dan mundur. Motor servo digunakan sebagai penggerak pena ke atas dan ke bawah.

3.1.1.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik alat ini menggunakan *VCD Drive* Komputer yang boxnya digunakan sebagai papan dan mekanik motor steppernya digunakan sebagai penggerak Y dan X axis. Berikut adalah proses perakitan CNC miniDrawing ini :

- a) Persiapan Dan Pengambilan Mekanik *DVD Drive* Komputer Beserta Motor Steppernya.
- b) Pemasangan Mekanik Motor Stepper Serta Perakitan Papan Alat Dengan Membentuk Seperti Huruf “L”
- c) Pembuatan dan Pemasangan Mekanik Pena
- d) Penempatan Servo dan Pembuatan Papan Kertas Gambar

3.1.1.2 Perancangan Elektronik

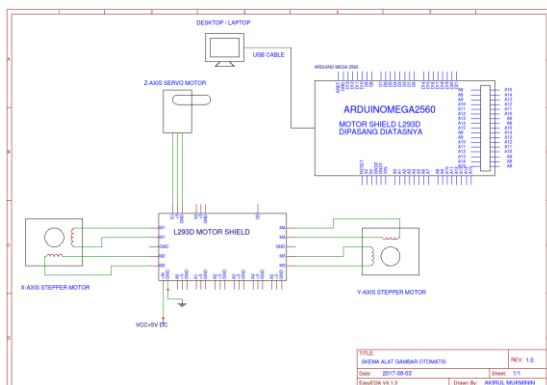
Perancangan elektroik alat ini meliputi penyiapan rangkaian elektronik yang digunakan, pembuatan diagram rangkaian, dan wiring. Dalam perakitan ini memerlukan beberapa rangkaian elektronik yang berperan sangat penting dalam alat ini.

a) Penyiapan Rangkaian

Dalam perancangan elektrik ini memerlukan rangkaian elektronik yang akan kita gunakan yaitu mikrokontroler arduino mega 2560, motor Sheild driver motor L293D, dan rangkaian regulator.

1. Arduino Mega 2560
2. Shield Driver Motor L293D
3. Power Suplay

b) Diagram Rangkaian



Sebelum melakukan wiring rangkaian terlebih dahulu membuat sebuah diagram

rangkaian yang bertujuan memudahkan dalam proses wiring atau pengkabelan. dalam pembuatan wiring diagram di gunakan software EasyEDA yang hanya dapat digunakan di situs online EasyEDA tersebut.

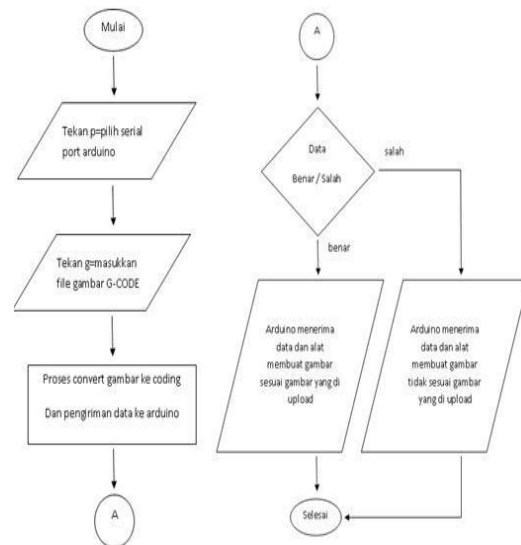
c) Wiring Rangkaian

Wiring yaitu proses pengkabelan agar rangkaian satu dan yang lainnya saling terhubung atau terkoneksi, sehingga dapat menjadi suatu alat yang kita inginkan. Pada tahap ini kita hanya membutuhkan kabel dan selanjutnya kita koneksikan kabel-kabel tersebut seperti diagram rangkaian yang sudah kita buat di atas. Untuk wiring antara arduino dan motor shield L293D kita tidak perlu menggunakan kabel karena di shield L293D sudah terdapat kaki-kaki yang langsung di tancapkan di socket arduino.

3.1.2 Perancangan Software

Perancangan software alat ini meliputi software inscape, processing 3 dan Arduino Ide, yang dimana software-software tersebut memiliki fungsi masing-masing.

3.1.2.1 Flow Chart



Setelah semua siap program atau coding sudah dimasukan ke processing 3 dan arduino kita tinggal menjalankan alat ini dengan menekan tombol “Run” pada processing 3 kemudian akan muncul slide baru dan tekan tombol “P” pada keyboard, lalu kita pilih port atau common berapa yang dimiliki arduino. Selanjutnya kita tekan tombol “G” pada keyboard untuk memilih gambar mana yang akan kita gambar dengan alat ini, setelah dipilih data akan diproses oleh processing 3 dan ditransfer

ke arduino, apabila data yang diterima terjadi kesalahan atau error, maka alat tidak akan menggambar sebagai mana gambar yang kita pilih. Apabila tidak ada kesalahan atau error pada data yang dikirim ke arduino maka alat ini akan menggambar persis seperti gambar yang kita pilih.

3.1.2.2 Inkscape

Software inkscape pada alat ini digunakan sebagai pembuat gambar dengan ekstensi G-CODE, karena gambar yang dapat dibaca oleh software processing 3 adalah gambar yang sudah dirubah ekstensinya menjadi G-CODE. Maka dari itu gambar yang masih berupa 3 dimensi dan ber ekstensi jpg atau yang lainnya dirubah terlebih dahulu menjadi 2 dimensi dan ber ekstensi G-CODE dengan software ini.

G-code adalah bahasa yang digunakan orang untuk memberi tahu alat-alat komputerisasi bagaimana membuat sesuatu. "Bagaimana"

didefinisikan dengan instruksi di mana harus bergerak, seberapa cepat bergerak, dan jalur apa yang harus diikuti. Situasi yang paling umum adalah bahwa, di dalam alat mesin, alat pemotong dipindahkan sesuai petunjuk ini melalui perkakas dan memotong bahan untuk hanya menyisakan benda kerja jadi. Konsep yang sama juga meluas ke alat noncutting seperti alat pembakar, photoplotting, metode aditif seperti pencetakan 3D, dan alat ukur. Berikut adalah cara pembuatan gambar G-Code :

1. Siapkan gambar yang akan dibuat file G-Code.
2. Buka *software* inkscape.
3. Pilih/klik *document properties*.
4. *Setting* pada *document properties* > *Default Units = mm* > *Units = mm* > *Width = 40* > *Height = 40*. Selanjutnya klik *Close*.
5. Seret dan letakkan gambar yang sudah disiapkan tadi ke dalam inkscape.
6. Masukkan gambar ke dalam kotak pembatas.
7. Kemudian pilih *Path* > *Trace Bitmap* > *Update* > *Ok* > *Close*.
8. Sekarang klik gambar dan geser keluar kotak dan hapuslah gambar aslinya dan masukan kembali gambar ke dalam kotak.
9. Kemudian klik pada gambar pilih *Path* > *Object To Path*.
10. Pilih kembali *Path* > *Dynamic Offset*.
11. Dan yang terakhir *Save As* > Masukan nama file > *Save As Type* pilih *MarkerBoat Unicorn G-Code*.

3.1.2.3 Processing 3

Software processing 3 digunakan sebagai pembaca gambar yang telah dibuat di inkscape dan dioutputkan berupa coding dari hasil gambar tersebut, kemudian hasil dari *convert* gambar yang dijadikan menjadi sebuah coding kemudian ditransferkan ke arduino melalui software ini. *Processing* adalah bahasa pemrograman komputer *open source* dan lingkungan pengembangan terpadu (IDE) yang dibangun untuk seni elektronik, seni media baru, dan komunitas desain visual dengan tujuan mengajarkan dasar-dasar pemrograman komputer dalam konteks visual, dan berfungsi sebagai pondasi untuk buku sketsa elektronik. Salah satu tujuan *Processing* adalah mengizinkan pemrogram non-pemrogram untuk memulai pemrograman komputer dibantu oleh umpan balik visual. Bahasa Pemrosesan dibangun berdasarkan bahasa Jawa, namun menggunakan sintaks yang disederhanakan dan antar muka pengguna grafis. Cara menggunakan software processing 3 sebagai berikut:

1. Buka software processing 3
2. Masukkan code GTRL klik file > open > pilih program gtrl
3. Pilih "Run" pada toolbar
4. Software siap digunakan

3.1.2.4 Arduino Ide

Software arduino digunakan untuk menulis program yang nanti dimasukan atau di flash ke dalam ic arduino mega tersebut. Tanpa adanya software ini maka arduino tidak dapat difungsikan sesuai keinginan kita karena kita dapat menulis dan menghapus program pada ic arduino dengan software arduino ide ini. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur" seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

4. PENGUJIAN

4.1 Pengujian Alat

Dalam pengujian alat ini meliputi pengujian catu daya, pengujian motor servo, pengujian motor stepper dan pengujian alat secara keseluruhan. Motor servo pada alat ini digunakan sebagai Z axis dan motor stepper digunakan sebagai X dan Y axis.

4.1.1. Pengujian Catu Daya

Pada pengujian catu daya dilakukan beberapa pengukuran output yang dihasilkan oleh adaptor, karena adaptor yang digunakan mempunyai banyak pilihan tegangan output yang akan kita pilih. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan output dari adaptor dengan mengganti-ganti swith untuk tegangan output yang dikeluarkan dan juga mengukur tegangan output yang dikeluarkan oleh regulator.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Adaptor

No	Tegangan pada name plat	Tegangan Murni
1	1,5 volt	2,60 volt
2	3 volt	4,60 volt
3	4,5 volt	6,58 volt
4	6 volt	8,51 volt
5	7,5 volt	10,25 volt
6	9 volt	11,95 volt
7	12 volt	15,40 volt

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan Regulator

No	Tegangan masukan	Tegangan keluaran
1	1,5 volt	1,16 volt
2	3 volt	2,80 volt
3	4,5 volt	4,63 volt
4	6 volt	5,07 volt
5	7,5 volt	5,07 volt
6	9 volt	5,07 volt
7	12 volt	5,07 volt

4.1.2. Pengujian Motor Servo

Pengujian dilakukan dengan bantuan busur derajat guna mengetahui besar pergeseran dari motor servo. Pada program arduino motor servo di *setting* melakukan perputaran derajat sebesar 0°, 25°, 35°, 45°, 75°, 125°, 135°, 145°, 175°, dan 180° pada program `myservo.write(0);`.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Motor Servo

Sudut yang diinginkan	Pembacaan busur derajat	Error
0°	0°	0°
25°	25°	0°
35°	35°	0°
45°	45°	0°
65°	65°	0°
75°	75°	0°
125°	125°	0°
145°	145°	0°
175°	175°	0°
180°	180°	0°

4.1.3. Pengujian Motor Stepper

Dalam pengujian ini kita akan menguji apakah motor stepper berfungsi dengan baik atau tidak (test x axis dan y axis). Pengujian ini yaitu dengan memasukan code yang sudah dibuat kedalam software arduino ide dan kemudian di masukkan atau di flash ke dalam IC arduino.

Setelah pengujian motor stepper dilakukan, motor stepper dapat bergerak sesuai program yang dimasukan ke arduino, maka motor stepper dan wiring atau pengkabelan sudah benar.

4.1.4. Pengujian Keseluruhan

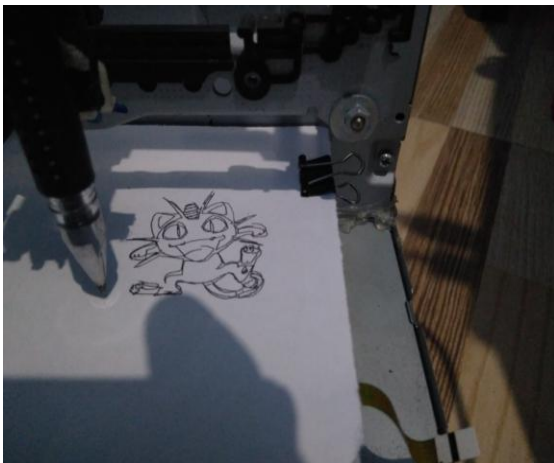
Pengujian Keseluruhan CNC mini untuk menggambar ini dapat dikatakan bekerja apabila telah mampu melakukan tugas sesuai dengan keinginan

pembuatnya dan semua perangkat penyusun bekerja dalam satu kesatuan kerja. Dengan dasar inilah maka pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui sudahkah bekerja dengan baik atau belum. Pada pengujian ini alat akan bekerja untuk menggambar suatu gambar yang telah di upload pada komputer. Berikut langkah-langkah dalam pengujian secara keseluruhannya :

1. Pastikan program alat pada arduino sudah dimasukan ke dalam IC arduino.
2. Siapkan gambar yang akan diupload dengan ekstensi G-CODE
3. Buka software Processing 3
4. Masukan coding pada processing 3 dan klik "run"
5. Tekan tombol "p" pada keyboard dan masukkan/pilih PORT Arduino dan pilih "ok"

6. Tekan tombol “g” pada keyboard dan

7. Alat akan bekerja untuk menggambar sesuai gambar yang telah diupload masukkan/pilih gambar yang sudah disiapkan tadi dan pilih “open”



5. KESIMPULAN

1. Regulator berfungsi sebagai penstabil tegangan yang diberikan oleh adaptor.
2. Kepresisian motor servo sangat akurat dalam membaca sudut drajat.
3. Alat hanya bisa menggambar dengan ukuran maksimal 4cm.
4. Motor stepper yang digunakan tidak memiliki kepresisian yang sangat akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanti, Helmi. “Mesin Sablon Semi-Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560”<http://digilib.polban.ac.id/gdl.php?mod= browse&op=read&id=jbptppolban-gdl-diazzulkip-6990> (diakses tanggal 12 Juni 20017)
- [2] Zona Elektro. *Teori Motor Stepper*. <http://zoniaelektro.net/motor-stepper/prinsip-kerja-motor-stepper/> . 28 Februari 2017.
<http://www.instructables.com/id/Mini-CNC-Plotter-Arduino-Based/> . 20 Februari 2017.
- [3] Ardumotive_com. Mini CNC Plotter-Arduino Based.
- [4] Electric DIY Lab. *DIY Electrical, Electronics, Arduino Projects*. <http://electricdiylab.com/how-to-generate-g-code-in-inkscape-for-diy-cnc-machines/>. 20 mei 2017
- [5] Wardana, Kusuma. [TUTORIAL] Memulai Pemrograman Processing. <https://tutorkeren.com/artikel/tutorial-memulai-pemrograman-processing.htm>. 20 mei 2017
- [6] locher, R. 2004. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta
- [7] Siregar, W. 2004. *Electrical Utilities*. Jakarta: Erlangga.
- [8] Albert Paul, Malvino, 2003, “Prinsip-Prinsip Elektronika Buku Satu”, Salemba Teknika, Jakarta.
- [9] Chattopadyay, D. 1989. *Foundations of Electronic*. Calcutta City: University of Calcutta.
- [10] Kadir, A. 2015. “Buku Pintar Pemrograman Arduino”. Yogyakarta : MediaKom.