

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK *STEPPER*
MOTOR DAN *SERVO* PADA MESIN GRAFIR 2D
SECARA *WIRELESS***

SKRIPSI

**HASMAR RIZKI SIREGAR
75154020**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK *STEPPER*
MOTOR DAN *SERVO* PADA MESIN GRAFIR 2D
SECARA *WIRELESS***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains

HASMAR RIZKI SIREGAR

75154020



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Hasmar Rizki Siregar
Nomor Induk Mahasiswa	: 75154020
Program Studi	: Fisika
Judul	: Rancang Bangun Sistem Penggerak <i>Stepper Motor</i> dan <i>Servo</i> Pada Mesin Grafir 2D Secara <i>Wireless</i>

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 06 November 2019 M
09 Rabiul awwal 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Muhammad Nuh , S.Pd., M.Pd.
NIP. 19750324 200710 1 001

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. 1100000120

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hasmar Rizki Siregar
Nomor Induk Mahasiswa : 75154020
Program Studi : Fisika
Judul : Rancang Bangun Sistem Penggerak *Stepper Motor* dan *Servo* Pada Mesin Grafir 2D Secara *Wireless*

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 06 November 2019

Materai 6000

Hasmar Rizki Siregar
NIM. 75154020



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor:024/ST/ST.V/PP.01.1/02/2020

Judul : Rancang Bangun Sistem Penggerak *Stepper Motor* dan *Servo* Pada Mesin Grafir 2D Secara *Wireless*
Nama : Hasmar Rizki Siregar
Nomor Induk Mahasiswa : 75154020
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Senin, 12 November 2019
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 1981110620050111003

Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19750324 2007101001

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. 1100000120

Penguji III,

Penguji IV,

Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 1981110620050111003

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIP. 196609101999031002

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Rancang Bangun Sistem Penggerak *Stepper Motor* dan *Servo* Pada Mesin Grafir 2D Secara *Wireless* yang bertujuan: (i) Untuk menghasilkan alat sistem penggerak *stepper motor* dan *servo* pada mesin grafir 2D secara *wireless*, (ii) Untuk mengetahui karakteristik *output* sistem *stepper motor* pada mesin grafir 2D secara *wireless* berbasis ATmega32 dan (iii) Untuk mengetahui perbandingan hasil ukir mesin grafir 2D pada variasi waktu 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s. Pada penelitian ini menggunakan sebuah mikrokontroler yaitu ATmega32 sebagai kontroler dengan Mesin grafir 2D. menghasilkan bidang gambar 2 dimensi yaitu lingkaran, kotak, segitiga yang sudah ditentukan pada *Personal Computer (PC)* dengan inputan file untuk diterjemahkan kedalam mikrokontroler. Alat sistem penggerak *stepper motor* dan *servo* pada mesin grafir 2D secara *wireless* telah berhasil dirancang dan berhasil ditampilkan. Hasil data sesuai dengan desain di *software* sesuai dengan yang dihasilkan oleh alat. Karakteristik dari alat ini memiliki dua karakteristik yang pertama dapat bekerja secara otomatis dan diperintah sesuai perintah dari PC (*personal computer*) karakteristik kedua alat ini juga dilengkapi dengan penghubung antara PC (*personal computer*) dan alat sehingga mempermudah pengiriman data. Perbandingan hasil cetakan dengan pergerakan mesin dalam proses menggambar karakter dengan variasi waktu 200s, 400s, dan 600s hasil cetak karakter cukup lambat, sehingga tidak sesuai dan kecepatan proses cetak gambar. Pada variasi waktu 800s sesuai dengan desain gambar yang diinginkan dan hampir mendekati sempurna, sedangkan variasi waktu 1000s sangat cepat sehingga proses menggambar karakter hasilnya tidak rapi, jauh dari kata sempurna.

Kata Kunci: ATmega32, Motor servo, Stepper motor, Mikrokontroler.

ABSTRACT

Research on Design of Stepper Motor and Servo Drive Systems has been carried out in 2D Wireless Engraving Machines which aims: (i) To produce stepper motor and servo drive systems on 2D wireless engraving machines, (ii) To find out the output characteristics of stepper motor systems on 2D engraving machine wirelessly based on ATmega32 and (iii) To know the comparison of 2D engraving engraving results in time variations of 200s, 400s, 600s, 800s, and 1000s. In this study using a microcontroller that is ATmega32 as a controller with 2D engraving machine. produce a 2-dimensional image area that is a circle, box, triangle that has been determined on a Personal Computer (PC) with input files to be translated into a microcontroller. The stepper motor and servo drive system on the 2D engraving machine wirelessly has been successfully designed and successfully displayed. The results of the data in accordance with the design in the software in accordance with what is generated by the tool. The characteristics of this tool has two characteristics: the first can work automatically and is ordered after a command from a PC (personal computer). The characteristics of these two devices are also equipped with a liaison between the PC (personal computer) and the tool so as to facilitate sending data. Comparison of printouts with machine movements in the process of drawing characters with time variations of 200s, 400s, and 600s the printout of the characters is quite slow, so it is not appropriate and the speed of the image printing process. At 800s time variation in accordance with the design of the desired image and almost close to the perfect word, while 1000s time variation is very fast so the process of drawing the results is not neat, far from perfect.

Keywords: *ATmega32, servo motor, stepper motor, microcontroller*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Asslamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat,taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulullah, Nabi besar Muhammad SAW serta para Keluarga, Sahabat dan pengikut-Nya. Atas Ridho dan Kehendak Allah SWT, Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Penggerak Stepper Motor dan Servo Pada Mesin Grafir 2D secara Wireless”** Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Penulis Sampaikan ucapan terima kasih seiring doa dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. H. M. Jamil, M.A, selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
4. Muhammad Nuh, S.Pd. M.Pd, selaku Sekretaris Program Studi Fisika. Serta selaku Dosen Pembimbing Skripsi I dan Mulkan Iskandar Nasution, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan Inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.

5. Rahmat Kurniawan R., M.Kom, selaku Kepala Laboratorium dan staf pegawai Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberi izin untuk melakukan penelitian sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.
6. Kepada Ibunda Amanah Lubis, S.Pd.I dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi wabarakatuh.

Medan, Mei 2019

Penyusun

Hasmar Rizki Siregar

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 CNC (<i>Computer Numerical Control</i>)	5
2.1.1 Bagian – Bagian Mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>).....	5
2.1.2 <i>Plotter</i>	7
2.2 Mikrokontroler.....	7
2.2.1 ATmega32	8
2.2.2 Konfigurasi ATmega32	9
2.3 <i>Motor Stepper</i> dan <i>Motor Servo</i>	13
2.3.1 <i>Motor Stepper</i>	13
2.3.2 <i>Motor Servo</i>	15
2.4 Sensor	17
2.4.1 <i>Sensor Proximity</i>	17
2.5 Wireless HC 05	19
2.5.1 <i>Module Wireless Bluetooth HC 05</i>	19
2.6 <i>Driver Motor IC A4988</i>	22
2.6.1 <i>Rangkaian Driver Motor IC A4988s</i>	22
2.7 <i>Power Supply</i>	22

2.7.1	<i>Power Supply</i> ATX	23
2.8	<i>Personal Computer</i>	24
2.9	Perangkat Lunak	25
2.9.1	Bahasa C	26
2.9.2	Struktur Programan	26
2.10	Penelitian yang Relevan	27
2.11	Hipotesis Penelitian	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.2	Diagram Blok Penelitian.....	29
3.2.1	Fungsi Setiap Blok.....	29
3.2.2	Keterangan Singkat Blok Diagram	30
3.3	Peralatan dan Komponen	30
3.3.1	Peralatan.....	30
3.3.2	Komponen.....	31
3.4	Prosedur Penelitian	31
3.5	Rangkaian Mikrokontroler ATmega 32 A	32
3.6	Rangkaian <i>Power Supply</i>	34
3.7	Rangkaian <i>Driver</i> dan Motor <i>Stepper</i>	35
3.8	Rangkaian Motor <i>Servo</i>	36
3.9	Rangkaian HC 05	37
3.10	Rangkaian Sensor <i>Proximity</i>	38
3.11	<i>Software</i> GRBL.....	39
3.12	Rangkaian Lengkap	41
3.13	<i>Flowchart Hardware</i>	42
3.14	<i>Flowchart Software</i>	43
BAB IV	HASIL PEMBAHASAN	44
4.1	Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.....	44
4.2	Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	45
4.3	Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> dan Motor <i>Stepper</i>	45
4.4	Pengujian Rangkaian Motor <i>Servo</i>	48

4.5	Pengujian Rangkaian HC 05.....	50
4.6	Pengujian Rangkaian <i>Sensor Proximity</i>	51
4.7	Pengujian Alat Dengan <i>Software GRBL</i>	52
4.8	Pengujian Ketepatan Alat Dengan Desain yang Telah Dirancang.....	56
4.9	Pengujian Ketepatan Alat dan Desain dengan Karakter Lingkaran, Kotak dan Segitiga yang telah dirancang.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		61

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Fungsi Khusus <i>Port A</i>	10
Tabel 2.2	Fungsi Khusus <i>Port B</i>	11
Tabel 2.3	Fungsi Khusus <i>Port C</i>	12
Tabel 2.4	Fungsi Khusus <i>Port D</i>	12
Tabel 2.5	Konfigurasi Pin <i>Module Bluetooth HC 05</i>	21
Tabel 2.6	<i>AT Command Module Bluetooth HC 05</i>	21
Tabel 3.1	Peralatan.....	30
Tabel 3.2	Komponen.....	31
Tabel 4.1	Pengujian rangkaian <i>power supply</i>	45
Tabel 4.2	Pergerakan <i>Motor stepper</i>	47
Tabel 4.3	Hasil Keluaran Osiloskop Pada <i>Motor Servo</i>	48
Tabel 4.4	Pengujian rangkaian <i>HC 05</i>	50
Tabel 4.5	Tegangan Pada Sensor <i>Proximity</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Tingkat Aksis Pada Mesin CNC	6
2.2	Bagian-bagian Utama eretan	6
2.3	Konfigurasi pin ATmega32	9
2.4	Pin – Pin ATmega32	10
2.5	Prinsip <i>Motor Dasar Stepper</i>	14
2.6	Mekanisme Pengontrolan <i>Motor Servo</i>	15
2.7	<i>Motor Servo</i>	16
2.8	Sensor <i>Proximity</i>	17
2.9	Prinsip Kerja Sensor <i>proximity</i>	18
2.10	<i>Module bluetooth HC-05</i>	19
2.11	Konfigurasi pin HC-05	20
2.12	<i>Bluetooth to serial modulle HC-05</i>	20
2.13	IC A4988	22
2.14	<i>Power supply</i>	23
2.15	<i>Power supply 5 Amp 12 Volt AC DC</i>	24
3.1	Diagram blok penelitian	29
3.2	Rangkaian Mikrokontroler	32
3.3	Rangkaian <i>Power supply</i>	34
3.4	Rangkaian <i>Driver dan motor stepper</i>	35
3.5	Rangkaian <i>Motor servo</i>	36
3.6	Rangkaian HC 05	37
3.7	Rangkaian sensor <i>Proximity</i>	38
3.8	Software GRBL	39
3.9	Rangkaian Lengkap	41
3.10	<i>Flowchart Hardware</i>	42
3.11	<i>Flowchart Software</i>	43
4.1	Rangkaian Mikrokontroler	44

4.2	a. sebelum melewati <i>regulator</i>	45
	b. Setelah melewati <i>regulator</i>	
4.3	Tampilan Awal Pada <i>Software</i> GRBL	52
4.4	Tampilan <i>Setting Internal</i>	53
4.5	Tampilan <i>convert</i> gambar menjadi <i>G-code</i> (bahasa mesin)	53
4.6	Tampilan Pengaturan Kecepatan Penulisan	54
4.7	Tampilan Gambar Sedang Diproses	55
4.8	Tampilan Hasil gambar yang di cetak	55
4.9	Tampilan gambar pada <i>software</i>	56
4.10	Tampilan hasil dari alat	56
4.11	Tampilan Gambar sedang diproses	56
4.12	Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu 200s	57
4.13	Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu 400s	57
4.14	Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu 600s	57
4.15	Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu 800s	57
4.16	Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu 1000s	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengalami peningkatan yang sangat pesat. Keadaan ini berimbas pada semua bidang kehidupan manusia. Salah satunya adalah bidang industri. Berbagai macam industri berkembang pesat seiring dengan tuntutan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sedemikian maju baik industri berat maupun industri ringan. (Aang Sukandar,2013)

Ilmu pengetahuan tanpa dilandasi agama akan buta dan agama tanpa dilandasi ilmu pengetahuan akan menjadi lumpuh. Pendapat Einstein ini sangat penting untuk umat beragama, karena ilmu pengetahuan yang dikuasai dengan baik akan menjadi bermanfaat bagi umat manusia berkat adanya tuntunan agama

Dalam hal ini agama islam akan menjadi pelita yang menerangi pemanfaatan ilmu pengetahuan bagi kesejahteraan umat manusia.

يَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ أَنْشُرُوا فَأَنْشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

Artinya: Hai orang-orang yang beriman jika dikatakan kepadamu berlapanglah di majlis, maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberikan kelapangan bagimu, Dan apa bila dikatakan Berdirilah kamu maka niscaya berdirilah, Niscaya Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman dan berilmu diantara kamu beberapa derajat, Dan Allah maha mngetahui apa yang kamu kerjakan (Al Mujaadilah:11)

Jadi, dalam Al-Qur'an selain beribadah Tuhan juga menyuruh kita untuk membaca dan belajar atau mencari ilmu. Ilmu akan membawa manusia kepada pengakuan akan kebesaran Allah SWT dan hanya orang-orang berilmu sajalah yang mudah menerima kenyataan akan kebesaran Allah SWT tersebut.

Penggunaan teknologi otomasi untuk keperluan industri saat ini semakin canggih. Salah satunya yaitu penggunaan CNC (*Computer Numerical Control*) yang hampir digunakan di segala bidang industri usaha. Mulai dari bidang pendidikan seperti Universitas maupun sekolah kejuruan, riset penelitian, industri manufaktur, bengkel, *workshop*, usaha mebel interior *furniture*, industri *advertising* dan kreatif, dan masih banyak bidang lain yang menggunakan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) untuk mempermudah kegiatan sehari-hari. (Aziz Miftahul Huda,2017)

Dalam proses pemesinan secara manual maupun otomatis seperti CNC (*Computer Numerical Control*), tentu mampu melakukan proses pemesinan secara cepat dan skala yang besar dan spesifikasi geometri yang diharapkan. Namun pada hasil proses pemesinan sering terjadi kekerasan pada permukaan benda yang dikerjakan sangatlah berbeda. Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Oleh karena itu, untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta kekerasan permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses pemesinan yang tepat. Karakteristik kekerasan permukaan dipengaruhi oleh beberapa parameter pemotongan diantaranya yaitu kecepatan *spindle*, kedalaman potong, alur pahat, dan material kerja bendanya.(Masherlina,2019)

Pada skripsi ini dijabarkan integrasi bidang elektronika, mekanika, dan perangkat lunak dalam merancang peralatan yang diberi nama CNC (*computer Numerical Control*) *plotter*. CNC (*computer Numerical Control*) *plotter* merupakan suatu peralatan mekanik yang dikendalikan dengan menggunakan komputer untuk melakukan gerakan seperti menggambar dalam suatu bidang dan menyerupai *plotter*.(Aziz Miftahul Huda,2017)

Pada bidang desain grafis bidang yang banyak memanfaatkan gambar, foto, simbol dan berbagai bentuk bahasa serta elemen visual. Perangkat kerja desain grafis saat ini berubah dan bergerak sangat pesat dengan kapabilitas *processing* dan kecepatan *up-dating*. Bahasa komputer yang digunakan untuk menggambarkan huruf ke dalam kode-kode tipografik. Huruf disini bukan lagi merupakan pelengkap suatu statement visual, tetapi menjadi menjadi sajian utama komunikasi grafis yang berbentuk, katalog, foto.buku dan brosur.

Seni dan ilmu pengetahuan huruf atau *tipografi* kurang mendapat perhatian di Indonesia sehingga penulis tertarik untuk merancang alat desain grafis ini secara wireless sehingga memudahkan pekerjaan desain grafis khususnya dibidang cetak gambar.

Teknologi wireless (*tanpa kabel/ nirkabel*) saat ini berkembang sangat pesat terutama dengan hadirnya perangkat teknologi informasi dan komunikasi. *Computer, notebook, PDA, telepon seluler (handphone)* dan periperalnya mendominasi pemakaian teknologi *wireless*. Penggunaan teknologi *wireless* yang di implementasikan dalam suatu jaringan lokal sering dinamakan WLAN (*Wireless Local Area Network*). Namun perkembangan teknologi *wireless* yang terus berkembang sehingga terdapat istilah yang mendampingi WLAN seperti WMAN (*metropolitan*), WWAN (*Wide*), dan WPAN (*Personal/Private*). (Aji Supriyanto.2006)

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana menghasilkan sistem *stepper motor* dan *servo* pada mesin grafir 2D secara *wireless*?
- b. Bagaimana karakteristik *output* sistem *stepper motor* dan *servo* pada mesin grafir 2D secara *wireless* berbasis ATMega32?
- c. Bagaimana perbandingan hasil ukir mesin grafir 2D pada variasi waktu 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s?

1.3 Batasan Masalah

Batasan untuk penelitian ini adalah:

- a. Menggunakan sebuah mikrokontroler yaitu ATMega32 sebagai kontroler dengan Mesin grafir 2D.
- b. Menghasilkan bidang gambar 2 dimensi yaitu lingkaran, kotak, segitiga yang sudah ditentukan pada *Personal Computer (PC)* dengan inputan file untuk diterjemahkan kedalam mikrokontroler.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Untuk menghasilkan alat sistem penggerak *stepper motor* dan *servo* pada mesin grafir 2D secara *wireless*.
- b. Untuk mengetahui karakteristik *output* sistem *stepper motor* pada mesin grafir 2D secara wireless berbasis ATmega32.
- c. Untuk mengetahui perbandingan hasil ukir mesin grafir 2D pada variasi waktu 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat digunakan sebagai alat yang menghasilkan desain grafis 2D secara *wireless*
- b. Sebagai alat *alternatif* pembuatan design grafis 2D yang lebih sederhana.
- c. Dapat dipergunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 CNC (*Computer Numerical Control*)

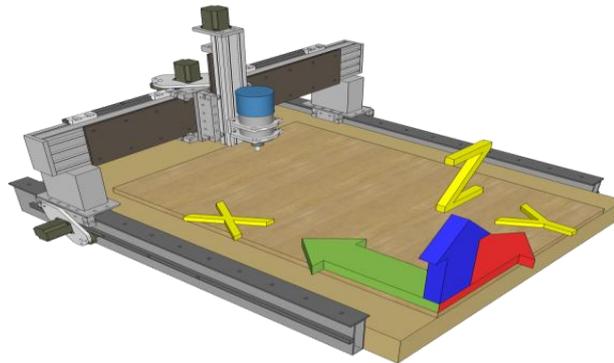
CNC atau singkatan dari (*Computer Numerical Control*) adalah mesin perkakas dengan sistem otomatis yang dioperasikan berdasarkan program yang sudah di set pada perangkat cnc tersebut. Kata NC adalah singkatan dalam bahasa Inggris dari kata *Numerical Control* yang artinya “kontrol numerik”. Prinsipnya seperti mesin perkakas biasa dengan tambahan motor yang berfungsi untuk menggerakkan eretan sesuai program yang telah di set dalam mesin CNC. Dengan mesin CNC, tingkat ke presisian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm dan dapat memproduksi produk massal dengan hasil yang sama persis dengan waktu yang sangat singkat bila dibandingkan dengan menggunakan mesin perkakas konvensional.

Program CNC disebut dengan program *G-code*, program yang berdasarkan pergerakan sistem koordinat kartesian ataupun polar. Program tersebut bisa dibuat secara manual ataupun merubah gambar CAD menjadi program CNC. CAD merupakan singkatan *computer Aided Design*. CAD secara singkatnya bisa di definisikan sebagai gambar teknik yang digambar dalam suatu *software*. Gambar CAD harus di *convert* menjadi *G-code* agar dapat terbaca dalam perangkat CNC. Mesin CNC memiliki banyak keunggulan, di antara lain:

1. Mengurangi waktu produksi.
2. Mengurangi resiko *human error*.
3. Mengurangi biaya pekerja.
4. *Reliabilitas* yang tinggi (tahan lama)
5. *Fleksibel* dalam perubahan desain dari suatu produk.

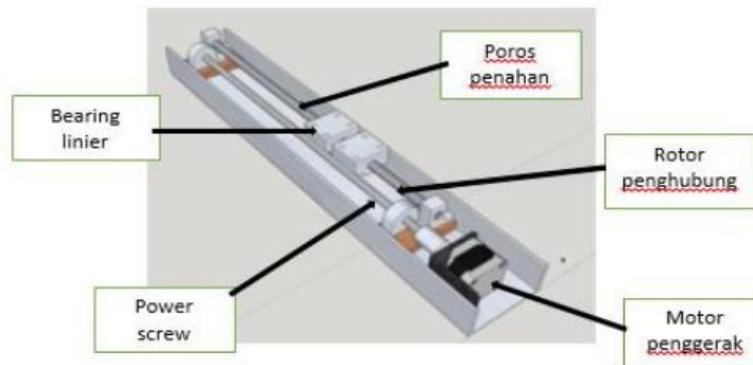
2.1.1 Bagian-bagian Mesin CNC (*Computer Numerical Control*)

Bagian bagian mekanik mesin CNC yang akan dibahas adalah mesin CNC yang memiliki 3 aksis, yakni X, Y dan Z. Setiap aksis bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Tiga aksis pada mesin cnc.

Setiap aksis memiliki bagian utama agar dapat bergerak sesuai sesuai program yang telah dibuat, bagian tersebut bisa dilihat pada gambar:



Gambar 2.2 Bagian bagian utama Eretan.

a. Motor penggerak

Motor yang digunakan untuk menggerakkan eretan. Motor yang digunakan adalah motor listrik DC. Jenis yang sering digunakan adalah jenis motor DC servo dan stepper. Perbedaan mendasar antara *motor stepper* dengan *servo* adalah dari kontruksi motornya adalah bagaimana tersebut dikontrol.

b. Rotor penghubung

Rotor penghubung adalah rotor yang digunakan untuk menghubungkan poros motor listrik dengan *power screw*.

c. Poros penahan

Poros adalah batang yang digunakan untuk menahan beban aksial dan atau beban puntir. Poros yang digunakan untuk menahan badan aksis yang akan digerakkan. Poros ini tidak mengalami beban puntir dan hanya menerima beban aksial. Poros yang digunakan adalah poros yang berpenampang lingkaran.

d. *Power screw*.

Power screw atau disebut juga dengan *translation screw* adalah jenis transmisi yang digunakan untuk merubah gerak putar menjadi gerak translasi. *Power screw* yang akan digunakan adalah *power screw* dengan ulir berbentuk persegi. (Abdurrahman,2018)

2.1.2 *Plotter*

Plotter bisa di defenisikan sebagai mesin untuk menggambar di atas sebuah media kertas dengan bantuan dari perintah yang berasal dari komputer. Kelebihan menggambar menggunakan *plotter* yaitu dapat menggambar garis dan bentuk dengan bantuan pena sehingga mampu membentuk garis yang tak terputus. Pena yang tidak memiliki spesifikasi khusus seperti bentuk, warna dan besar kecilnya pena. Cara lain untuk mendefinisikan sistem dari *plotter* adalah sebuah printer grafik vektor yang memberikan *hardcopy* secara akurat sesuai pada *softcopy* yang ada di komputer. *Plotter* juga memiliki kapasitas untuk menggambar beberapa ratus salinan gambar yang sama ber ulang-ulang tanpa perlu perintah baru.

Sistem penggerak *plotter* yang akan dirancang menggunakan sistem penggerak yang sama persis dengan mesin CNC. *Plotter* CNC sangat cocok diterapkan pada proses pekerjaan dibidang percetakan gambar pada desain grafis. (Aziz Miftahul Huda,2017)

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Sederhananya, cara kerja mikrokontroler sebenarnya hanya

membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komponen komputer didalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik yang menekan efisiensi dan efektifitas biaya.

Dengan kata lain, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan intruksi-intruksi yang diberikan. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programer*. Program ini mengintruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks sesuai dengan yang diinginkan.

Mikrokontroler digunakan untuk mengolah perintah berupa program yang telah dibuat sebelumnya dari sebuah masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*) yang diinginkan. Mikrokontroler ini saat ini mengalami perkembangan yang cukup pesat baik dari bentuk, fungsi, dan kemampuannya sebagai kontroler. Perintah-perintah yang diberikan pada mikrokontroler untuk mengontrol sebuah sistem ditulis dalam Bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman yang sering digunakan pada mikrokontroler antara lain Bahasa C, C++, *basic*, dan *assembly*. Penggunaan Bahasa pemrograman disesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. (Popi Nila Shandi,2014)

2.2.1 Mikrokontroler ATmega32

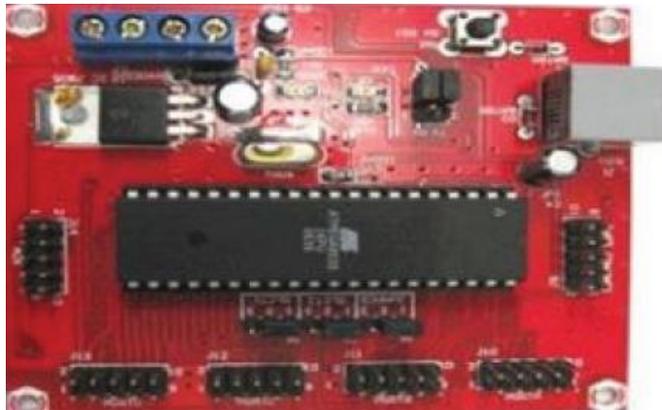
Microcontroller adalah sebuah alat pengendali (*controller*) berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*¹. *Microcontroller* data dijumpai dalam hampir semua alat elektronik yang kompleks. Dari alat rumah tangga seperti mesin cuci hingga robot-robot mainan cerdas. Sebuah *microcontroller* pada dasarnya bekerja seperti sebuah *microprocessor* pada komputer. Keduanya memiliki sebuah CPU yang menjalankan instruksi program, melakukan logika dasar, dan pemindahan data. Namun agar dapat digunakan, sebuah *microprocessor* memerlukan tambahan komponen, seperti memori untuk menyimpan program dan data, juga *interface input-output* untuk berhubungan dengan dunia luar. Sebuah *microcontroller* telah memiliki memori dan *interface input-output* didalamnya, bahkan beberapa *microcontroller* memiliki ADC yang dapat menerima masukan sinyal *analog* secara langsung. Karena berukuran kecil, murah, dan menyerap daya yang rendah, mikrocontroller merupakan alat kontrol

yang paling tepat untuk “ditanamkan” dari berbagai peralatan. *Microcontroller* AVR merupakan pengontrol utama standar industri dan riset saat ini. Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya yaitu murah, dukungan *software* dan dokumentasi yang memadai, dan memerlukan komponen yang sangat sedikit. Salah satu tipe *microcontroller* AVR untuk aplikasi standar yang memiliki fitur memuaskan adalah ATmega32.

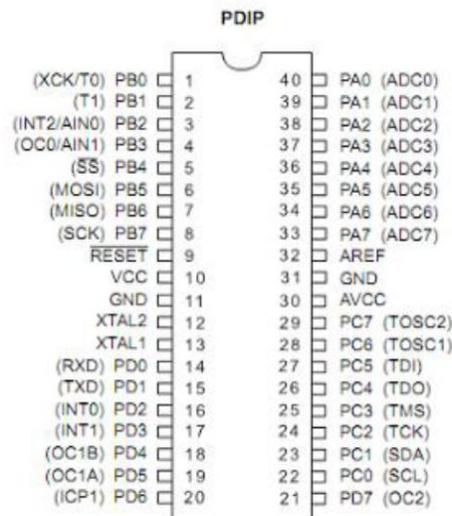
Sebetulnya ada banyak jenis *microcontroller* lain seperti ATmega8535 dan ATmega8. Penggunaan *microcontroller* ini disesuaikan dengan kebutuhan misalnya apabila hanya membutuhkan *input-output* yang sedikit maka sebaiknya menggunakan *microcontroller* ATmega8 karena lebih irit biaya. Namun apabila membutuhkan *input-output* yang jumlahnya banyak maka sebaiknya menggunakan ATmega32 atau ATmega8535. Tetapi diantara kedua *microcontroller* ini ATmega32 memiliki kelebihan ukuran RAM yang relatif cukup besar dan EEPROM sebesar 1 KB.

2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega 32

Konfigurasi pin *microcontroller* ATmega32 dan bentuk modul *minimum system* ATmega32 terdapat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega32



Gambar 2.4 Pin-pin ATMega32

Secara fungsional konfigurasi pin ATMega32 adalah sebagai berikut:

1. VCC

VCC merupakan tegangan sumber yang dibutuhkan oleh *microcontroller*

2. GND (*Ground*)

Ground

3. Port A (PA7 – PA0)

Port A adalah 8-bit port I/O yang bersifat *bi-directional* dan setiap pin memiliki *internal pull-up resistor*. Output buffer port A dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port A digunakan sebagai input dan di *pull-up* secara langsung, maka port A akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Pin-pin dari port A memiliki fungsi khusus yaitu dapat berfungsi sebagai channel ADC (*Analog to Digital Converter*) sebesar 10 bit. Fungsi-fungsi khusus pin-pin port A dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel.

Tabel 2.1 Fungsi khusus port A

Port	Alternate Function
PA7	ADC7 (ADC input channel 7)
PA6	PA6 ADC6 (ADC input channel 6)
PA5	PA5 ADC5 (ADC input channel 5)
PA4	ADC4 (ADC input channel 4)
PA3	ADC3 (ADC input channel 3)

<i>PA2</i>	<i>ADC2 (ADC input channel 2)</i>
<i>PA1</i>	<i>ADC1 (ADC input channel 1)</i>
<i>PA0</i>	<i>PA0 ADC0 (ADC input channel 0)</i>

4. Port B (PB7 – PB0)

Port B adalah 8-bit port I/O yang bersifat *bi-directional* dan setiap pin mengandung *internal pull-up resistor*. Output buffer port B dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port B digunakan sebagai input dan di *pull-down* secara external, port B akan mengalirkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Pin-pin port B memiliki fungsifungsi khusus, diantaranya :

1. SCK port B, bit 7, Input pin clock untuk *up/downloading memory*.
2. MISO port B, bit 6 Pin output data untuk *uploading memory*.
3. MOSI port B, bit 5
4. Pin input data untuk *downloading memory*.

Fungsi-fungsi khusus pin-pin port B dapat ditabelkan seperti pada tabel.

Tabel 2.2 Fungsi khusus port B

Port	Alternate Function
<i>PB7</i>	<i>PB7 SCK (SPI Bus Serial Clock)</i>
<i>PB6</i>	<i>MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)</i>
<i>PB6</i>	<i>MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)</i>
<i>PB5</i>	<i>PB5 SS (SPI Slave Select Input)</i>
<i>PB3</i>	<i>AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OCO (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)</i>
<i>PB2</i>	<i>AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)</i>
<i>PB1</i>	<i>T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)</i>
<i>PB0</i>	<i>T0 (Timer/Counter External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)</i>

5. Port C (PC7 – PC0)

Port C adalah 8-bit port I/O yang berfungsi *bi-directional* dan setiap pin

memiliki *internal pull-up resistor*. *Output buffer port C* dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika *port C* digunakan sebagai *input* dan di *pull-down* secara langsung, maka *port C* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus pin-pin *port C* dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Fungsi khusus *port C*

<i>Port</i>	<i>Alternate Function</i>
<i>PC7</i>	<i>PC7 TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)</i>
<i>PC6</i>	<i>TD1 (JTAG Test Data In)</i>
<i>PC6</i>	<i>TD1 (JTAG Test Data In)</i>
<i>PC5</i>	<i>TD0 (JTAG Test Data Out)</i>
<i>PC3</i>	<i>TMS (JTAG Test Mode Select)</i>
<i>PC2</i>	<i>TCK (JTAG Test Clock)</i>
<i>PC1</i>	<i>SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)</i>
<i>PC0</i>	<i>SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)</i>

6. *Port D (PD7 – PD0)*

Port D adalah 8-bit *port I/O* yang berfungsi *bi-directional* dan setiap pin memiliki *internal pull-up resistor*. *Output buffer port D* dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika *port D* digunakan sebagai *input* dan di *pull-down* secara langsung, maka *port D* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus pin-pin *port D* dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Fungsi khusus *port D*

<i>Port</i>	<i>Alternate Function</i>
<i>PD 7</i>	<i>OC2 (Timer / Counter2 Output Compare Match Output)</i>
<i>PD 6</i>	<i>ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)</i>
<i>PD 6</i>	<i>OCIB (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)</i>
<i>PD 5</i>	<i>TD0 (JTAG Test Data Out)</i>

PD 3	<i>INT1 (External Interrupt 1 Input)</i>
PD 2	<i>INT0 (External Interrupt 0 Input)</i>
PD 1	<i>TXD (USART Output Pin)</i>
PD 0	<i>RXD (USART Input Pin)</i>

7. Reset Input

Masukan ulang. Suatu tingkat rendah pada pin ini selama lebih dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan *reset*, bahkan jika *clock* tidak berdetak. Pulsa pendek tidak dijamin untuk menghasilkan *reset*.

8. XTAL1

Masukan ke dalam penguat *inverting* osilator dan masukan kedalam *clock internal* rangkaian pengoperasian.

10. AVCC

AVCC adalah pin tegangan suplai untuk *port A* dan *analog digital* konverter. Pin ini harus dihubungkan eksternal ke VC, meslipun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, pin ini harus dihubungkan ke VCC.

11. AREF

AREF adalah pin tegangan referensi *analog* untuk *A/D Converter*. (Derry,2014)

2.3 Motor Stepper dan Motor Servo

2.31 Motor Stepper

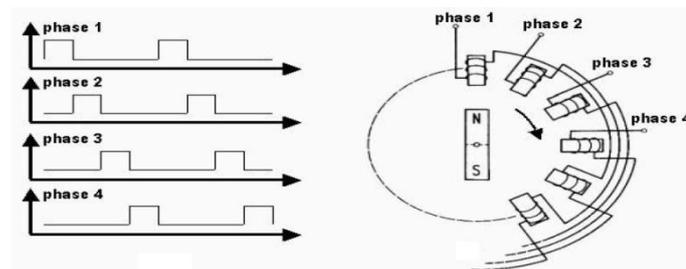
Motor stepper merupakan salah satu komponen elektronika yang gerakan rotor-nya dapat dikontrol dengan memberikan pulsa-pulsa yang dihasilkan dari sistem digital seperti mikroprosesor dan komputer. Motor stepper ini dirancang untuk aplikasi-aplikasi pengontrolan digital seperti penggerak, printer, pintu elektronik dan lain sebagainya. Kebanyakan sistem pengontrolan *motor stepper* tersebut masih menggunakan kabel sebagai media transmisi. Pengontrolan ini juga sering dilakukan dengan menggunakan komputer PC sebagai basis pengontrolnya.

Berdasarkan hal tersebut, maka suatu sistem pengendalian *motor stepper* tanpa kabel yang berbasis mikrokontroler ATmega328. Sistem pengendalian *motor stepper* tanpa kabel ini menggunakan LED infra merah sebagai *transmitter*

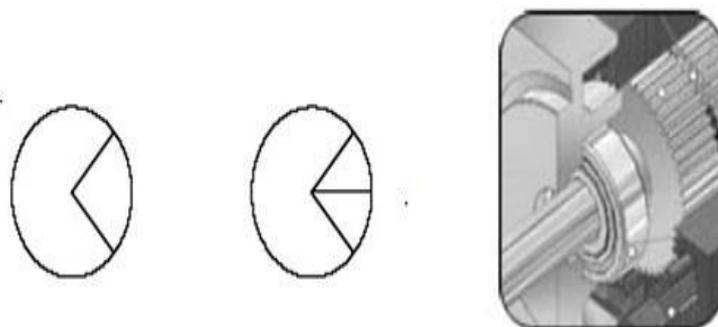
yang akan mengirimkan data ke *receiver* yang berupa *Photo transistor*. Data yang diterima oleh *photo transistor* selanjutnya digunakan untuk menggerakkan *motor stepper*.

Tidak seperti *motor ac* dan *dc* konvensional yang berputar secara kontinu, perputaran *motor stepper* adalah secara *incremental* atau langkah per langkah (*step by step*). Gerakan *motor stepper* sesuai dengan pulsa-pulsa digital yang diberikan. Seperti halnya motor konvensional *dc* biasa, *motor stepper* juga dapat berputar dalam dua arah yaitu searah jarum jam (CW) atau berlawanan arah jarum jam (CCW) yaitu dengan memberikan polaritas yang berbeda.

Ada dua tipe *motor stepper* yaitu *motor stepper bipolar* dan *uni-polar*. Pada motor *stepper uni polar* arus yang mengalir melalui koil hanya satu arah. Sedangkan pada *motor stepper bi-polar* arus mengalir melalui koil dalam dua arah. *Motor stepper uni polar* dapat difungsikan untuk perputaran *half step* dan *full step*. Sedangkan *motor stepper bi-polar* hanya dapat difungsikan untuk perputaran *full step* saja.



a. Pulsa keluaran *Motor Stepper*



b. *Mikrostep* dari *Motor Stepper*

Gambar 2.5 Prinsip Dasar *Motor Stepper*.

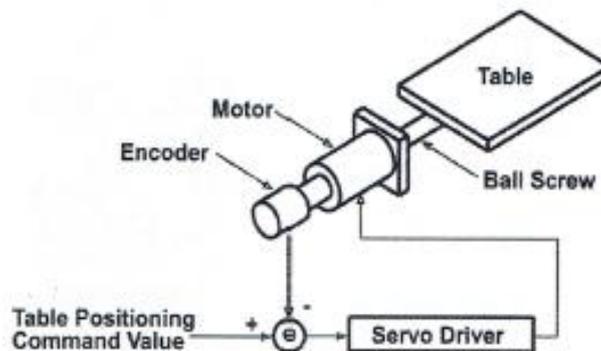
Prinsip dasar dari *motor stepper* adalah berdasarkan prinsip dasar magnet, yaitu kutub senama magnet akan saling tolak-menolak dan kutub yang berbeda akan saling tarik-menarik. Dasar *motor stepper* yang paling sederhana

diperlihatkan pada Gambar 2.5 yang terdiri atas sebuah *rotor* yang merupakan magnet permanen dan dua buah *stator* yang dililiti kumparan sehingga dapat membentuk magnet listrik, jika *stator* diberi arus listrik, maka kedua *stator* akan membentuk kutub-kutub magnet. Jika kutub magnet *stator* dan *rotor* sama, kedua magnet akan saling tolak menolak sehingga mengakibatkan *rotor* berputar.

Motor stepper pada Gambar 2.5 merupakan motor *stepper* dengan perputaran *full step*. Motor ini terdiri atas empat buah *stator* dengan sebuah *rotor*, prinsip kerja *motor stepper* ini sama dengan motor *stepper* pada Gambar 2.5. Jika magnet permanen dan magnet listrik membentuk konfigurasi seperti Gambar 2.5 motor akan berputar 450 searah jarum jam (CW). Perputaran ini disebut *half step*. Jika *motor stepper* terdiri atas 4 pasang *stator*, besar *full step* adalah 90° dan *half step* sebesar 45° . (Yuhardiansyah.2006)

2.3.2 Motor Servo

Motor servo secara sederhana dapat didefinisikan sebagai suatu motor listrik yang jumlah putarannya selalu dihitung agar motor berputar dengan jumlah putaran sesuai dengan yang diinginkan. Mekanisme pengontrolan motor *servo* dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2.6 Mekanisme pengontrolan *motor servo*

Perintah untuk menggerakkan *motor servo* dikirimkan ke *servo driver*. Berdasarkan perintah tersebut *servo driver* akan menggerakkan *motor servo* ke arah yang diinginkan. Selama *motor servo* berputar, jumlah putaran *motor servo* dihitung oleh *encoder*. Jumlah putaran *motor servo* dibandingkan dengan nilai yang telah ditentukan. Bila terdapat perbedaan antara nilai yang sudah ditentukan

sebelumnya dengan jumlah putaran yang telah dicapai sama dengan nilai yang telah ditentukan sebelumnya. (Rachmad Hartono, 2003)

Motor servo merupakan sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam *motor servo*. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, *potensiometer* dan rangkaian kontrol. *Potensiometer* berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran *servo*. Sedangkan sudut dari sumbu *motor servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



Gambar 2.7. *Motor servo*

Tampak pada gambar dengan pulsa 1,5 ms pada periode selebar 2 ms maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

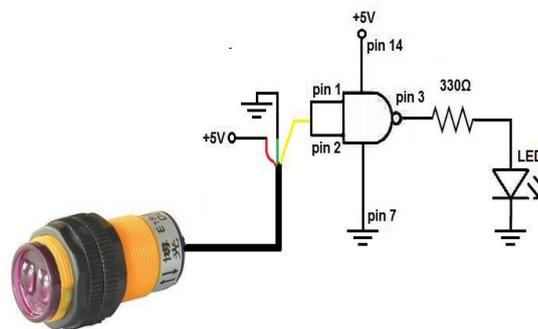
Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor DC maupun *motor stepper*. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, *motor servo* dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagian-bagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar. *Motor servo* adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. (Randi Yusuf Nasution, 2015)

2.3.2 Sensor

Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversikan suatu besaran tertentu menjadi satuan *analog* sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu *transduser*, sedangkan *transduser* merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya. (Eriza Dwi Desilvia,2017)

2.3.2.1 Sensor Proximity

Suatu sensor memberitahukan kepada kontroler jika suatu bagian yang bergerak berada pada posisi yang tepat *Limit switch* adalah salah satu contoh dari sensor *proximity*. *Limit switch* adalah suatu tombol atau katup atau indikator mekanik yang diletakkan pada suatu tempat yang digerakkan ketika suatu bagian mekanik berada di ujung sesuai dengan pergerakan yang diinginkan, Sebagai contoh, dalam pembuka pintu otomatis garasi semua kontroler harus mengetahui apakah pintu terbuka atau tertutup sepenuhnya *Limit switch* dapat mendeteksi kedua kondisi ini. (Aang Sukendar,2013)

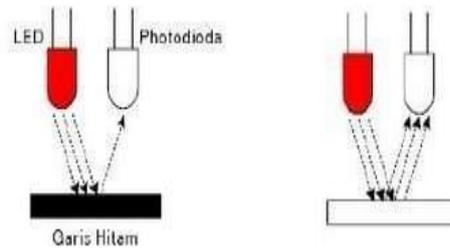


Gambar 2.8 Sensor *Proximity*

Sensor *Proximity* sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek. Dalam dunia robotika, Sensor *Proximity* seringkali digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu garis pembimbing gerak robot atau dikenal dengan istilah “*Line Follower Robot*” atau “*Line Tracer Robot*”.

Sensor deteksi objek/*Proximity Switch* yang mampu mendeteksi objek dalam jarak 3-50cm (*Adjustable*). Jarak deteksi 3-50 cm dapat diatur sesuai keperluan dengan memutar *trimpot* pada bagian belakangnya, mudah dipasang

dan mudah dipakai. Pada kepala *Proximity Switch* ini terdapat sepasang *Transmitter* dan *Receiver* untuk mendeteksi objek/halangan.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Sensor *Proximity*

Sensor *Proximity* dibuat menggunakan pasangan LED dan *photodiode*. Jika sensor berada diatas garis hitam maka *photodiode* akan menerima sedikit cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada diatas garis putih maka *photodiode* akan menerima banyak cahaya pantulan, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.9 sifat dari *photodiode* adalah jika semakin banyak cahaya yang diterima, maka nilai resistansi diodanya semakin kecil. Sehingga bila sensor berada di atas garis putih maka cahaya LED akan memantul pada garis dan diterima oleh *photodiode* kemudian *photodiode* menjadi *on* sehingga tegangan output akan mendekati 0 volt. Sebaliknya jika sensor berada di atas garis hitam yang berarti tidak terdapat pantulan cahaya maka *photodiode* tidak mendapat arus bias sehingga menjadi *off*, dengan demikian tegangan *output* sama dengan tegangan induk (*Vcc*). (Eriza Dwi Desilvia,2017)

2.4 *Wireless HC-05*

Jaringan nirkabel memungkinkan orang melakukan komunikasi dan mengakses aplikasi dan informasi tanpa kabel (nirkabel). Hal tersebut memberikan kebebasan bergerak dan kemampuan memperluas aplikasi ke berbagai gedung, kota, atau hampir kesemua tempat di dunia. Sebagai contoh, orang di rumah yang sedang menjelajahi internet dapat melakukan hal serupa ditempat yang tenang, bebas dari gangguan anak-anak, atau di depan televisi bersama seluruh keluarga. Jaringan nirkabel mengizinkan orang berinteraksi dengan e-mail atau menjelajahi internet dari tempat yang mereka sukai.

(Jim Geiger.2009)

2.4.2 Module Wireless Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain.

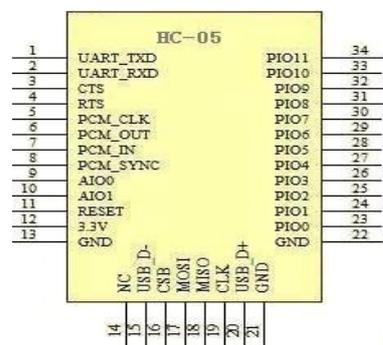
Salah satu hasil contoh *module Bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. *module Bluetooth* HC-05 merupakan salah satu *module Bluetooth* yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. *Module Bluetooth* HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda. Untuk gambar *module bluetooth* dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 2.10 Modul *Bluetooth* HC-05

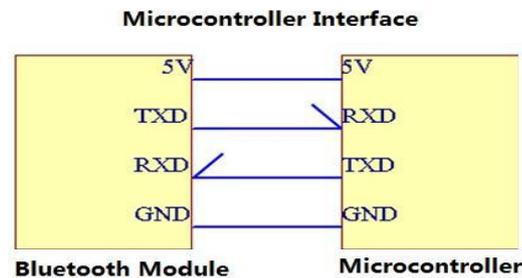
Module Bluetooth HC-05 dengan *supply* tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul *Bluetooth* sebagai VCC. Pin 1 pada modul *Bluetooth* sebagai *transmitter*. kemudian pin 2 pada *Bluetooth* sebagai *receiver*.

Berikut merupakan konfigurasi pin *bluetooth* HC-05 ditunjukkan pada gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin HC-05

Berikut merupakan *Bluetooth-to-Serial-Module* HC-05 dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini:



Gambar 2.12 *Bluetooth-to-Serial-Module* HC-05

Tabel Konfigurasi pin modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.5 Konfigurasi pin modul *Bluetooth* HC-05

No.	Nomor pin	Nama	Fungsi
1.	Pin 1	Key	-
2.	Pin 2	VCC	Sumber Tegangan
3.	Pin 3	GND	Ground tegangan
4.	Pin 4	TXD	Mengirim data
5.	Pin 5	RXD	Menerima data
6.	Pin 6	STATE	-

Module Bluetooth HC-05 merupakan *module Bluetooth* yang bisa menjadi *slave* ataupun *master* hal ini dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan *pairing* perangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan *pairing* ke *module Bluetooth* CH-05. Untuk mengeset perangkat *Bluetooth* dibutuhkan perintah-perintah *AT Command* yang mana perintah *AT Command* tersebut akan di respon oleh perangkat *Bluetooth* jika modul *Bluetooth* tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain.

Tabel 2.6 dibawah adalah table *AT Command Module Bluetooth* CH-05. Keterangan *AT Command Module Bluetooth* CH-05 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 6 AT Command Module Bluetooth CH-05

No.	Perintah	Kirim	Terima	Keterangan
1	<i>Test</i> Komunikasi	AT	ON	-
2.	Ganti Nama <i>Bluetooth</i>	AT+NAMEnamaBT	Oknama BT	-
3.	Ubah Pin Code	AT-PINxxxxxx	Oksetpin	Xxx digit key
4.	Ubah <i>Baudrate</i>	AT+BAUD1	OK1200	1----1200
		AT+BAUD2	OK2400	2----2400
		AT+BAUD3	OK4800	3----4800
		AT+BAUD4	OK9600	4----9600

(Popi Nila Shandi.2014)

2.5 Driver Motor IC A4988

Motor driver IC A4988 dipilih sebagai *motor driver* pada perancangan ini karena tidak boros pin arduino dan mudah cara dioperasikan. *Motor driver* pada umumnya hanya menaikkan tegangan *output* dari *input* arduino, hal ini sangat boros pin pada arduino mengingat tiap *motor stepper* bipolar memiliki 4 buah kabel. IC A4988 sangat mudah digunakan karena hanya terdapat dua buah *input* masukkan yakni DIR dan STEP. DIR berfungsi untuk mengubah arah putaran searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. STEP berfungsi untuk mengatur kecepatan *motor stepper* dengan memberikan sinyal *HIGH* dan *LOW* dengan jedanya. (Apriadi,2017)

2.5.2 Rangkaian Driver Motor A4988

Untuk dapat menggerakkan motor *stepper* dibutuhkan IC A4988. Satu buah IC A4988 hanya dapat mengendalikan satu buah motor *stepper*. Oleh karena itu pada *driver* motor ini terdapat 3 buah IC A4988 untuk dapat menggerakkan 3 buah motor *stepper*. Perancangan *driver* motor A4988 dapat dilakukan dengan menggunakan *software isis proteus*.

Bentuk asli IC A4988 dapat dilihat pada gambar 2.11, IC A4988 memiliki 8 buah kaki yang terdapat pada sisi kanan dan sisi kirinya.



Gambar 2.13 IC A4988

2.6 Power Supply

Catu daya (*Power Supply*) adalah sebuah peralatan penyedia tegangan atau sumber daya untuk peralatan elektronika dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan distribusi transmisi listrik menuju level yang diinginkan sehingga berimplikasi pada perubahan daya listrik.



Gambar 2.14 *Power Supply* (Adaptor)

Jika suatu catu daya bekerja dengan beban maka terdapat keluaran tertentu dan jika beban tersebut dilepas maka tegangan keluar akan naik, persentase kenaikan tegangan dianggap sebagai regulasi dari catu daya tersebut. Regulasi adalah perbandingan perbedaan tegangan yang terdapat pada tegangan beban penuh.(Cahyo.2016)

2.6.2 Power Supply ATX

Power Supply ATX (Advanced Technology Extended) adalah jenis power supply jenis terbaru dan paling banyak digunakan saat ini. Perbedaan yang mendasar pada PSU jenis AT dan ATX yaitu pada tombol powernya, jika *power supply* AT menggunakan *Switch* dan ATX menggunakan tombol untuk mengirikan sinyal ke *motherboard* seperti tombol power pada *keyboard*. Ciri utamanya sebagai berikut:

1. Terdiri atas satu set kabel supply ke *motherboard* yang berjumlah 20pin atau 20pin + 4pin 24pin + 4pin atau 24pin + 8pin.
2. Ketika *shutdown* otomatis CPU mati.
3. Ada konektor tambahan power SATA (PSU terkini)
4. Daya lebih besar untuk memenuhi standar komputasi masa kini Efisiensi lebih baik.

Power supply merupakan perangkat keras yang berfungsi untuk menyuplay tegangan langsung ke komponen dalam casing yang membutuhkan tegangan, misalnya *motherboard*, hardisk, kipas, dan lainnya. Input *power supply* berupa arus bolak baili (AC) sehingga *power supply* harus mengubah tegangan AC menjadi DC (arus searah), karena *hardware* komputer hanya dapat beroperasi dengan arus DC. *Power supply* yang dapat digunakan yaitu 12v 5A ini pada dasarnya hanya menggunakan IC *regulator* tegangan tetap yaitu IC A4988, karena arus maksimum IC ini hanya 1 *ampere* saja, maka digunakan transistor untuk mengalirkan arus yang lebih besar. Selain itu bisa juga menggunakan trafo CT.



Gambar 2.15 *Power supply* 5 Amp 12 Volt AC DC

2.7 Personal Computer (PC)

Personal Computer (PC) atau komputer pribadi adalah komputer yang ditujukan untuk satu pengguna dengan satu penggunaan program aplikasi pada suatu saat. Oleh karenanya, perangkatnya dapat diringkas ke dalam satu mesin

saja. Komputer ini memiliki *monitor*, *keyboard* dan CPU. Namun, di dalam CPU ini sebenarnya tidak hanya terdapat prosesor, melainkan juga ada perangkat penyimpanan dan mungkin saja dipasang perangkat tambahan. Komputer jenis inilah yang paling banyak digunakan, baik itu dirumah, kantor, lembaga kursus, sekolah dan lain-lain. Dahulu, komputer mikro hanya memegang peranan kecil dari seluruh tatanan kehidupan dunia pengolahan data. Akan tetapi sekarang, komputer mikro dengan mengambil terminologi sebagai *Personal Computer*, mampu mengambil alih sebagian besar peranan komputer besar dan otomatis populasinya berkembang begitu pesat.

Pada tahun 1996, kemampuan kerja komputer mikro yang populer dengan nama *Personal Computer (PC)*, sudah dianggap sama dengan kemampuan *mainframe*. Bahkan disisi lain, dalam segi populasi mesin, jumlah PC yang didistribusikan ke para pemakainya sudah jauh lebih banyak dan luas dibandingkan dengan komputer besar. Dahulu, baik secara fisik maupun kemampuan kerja, klasifikasi komputer memang terbagi menjadi tiga bagian besar. Yang paling besar adalah *mainframe*, kemudian disusul oleh mini komputer di tempat kedua, serta komputer mikro menempati urutan terakhir di tempat ketiga. Pengklasifikasian dilakukan berdasarkan beberapa kriteria teknis tertentu. Akan tetapi seiring dengan perkembangan – perkembangan teknologi yang terjadi kemudian, kriteria tersebut terpaksa diubah dan disesuaikan. Pada kenyataannya, karena teknologi komputer mikro terus meningkat dengan cepat sekali, kriteria pengklasifikasian juga mengalami berkali-kali perubahan.

Konfigurasi pada dasarnya menyatakan perangkat apa saja yang terhubung ke dalam sebuah unit pengelola (*Central Processing Unit* atau CPU) baik internal maupun eksternal. Hal ini perlu diketahui untuk memudahkan pengalokasian tempat atau alamat dari perangkat yang bersangkutan, sehingga CPU dapat dengan mudah mengendalikan dan mengoperasikannya. Tentu sekali penyusunan konfigurasi dari sebuah sistem harus mengacu kepada kebutuhan yang sesungguhnya dari calon pembeli komputer.

2.8 Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah data yang di format dan disimpan secara digital, termasuk program komputer, dokumentasinya, dan berbagai informasi yang bisa dibaca dan ditulis oleh komputer. Dengan kata lain, bagian sistem komputer yang tidak berwujud atau dapat disebut juga sebagai kumpulan program yang berjalan pada komputer. Sebuah program komputer dibuat dari sejumlah intruksi. Instruksi adalah perintah yang diberikan ke komputer untuk melakukan satu hal yang khusus. (Apriadi,2017)

2.8.2 Bahasa C

Akar dari bahasa C adalah dari bahasa BCPL yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967. Bahasa ini memberikan ide kepada Ken Thompson yang kemudian mengembangkan bahasa yang disebut dengan B pada tahun 1970. Perkembangan selanjutnya dari bahasa B adalah bahasa C oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970-an di Bell Telephone Laboratories Inc. (sekarang adalah AT&T Bell Laboratories). Bahasa C pertama kali digunakan di komputer *Digital Equipment Corporation* PDP-11 yang menggunakan sistem operasi UNIX.

C adalah bahasa yang standar, artinya suatu program yang ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi. Standar bahasa C yang asli adalah standar dari UNIX. Patokan dari standar UNIX ini diambil dari buku yang ditulis oleh Brian Kernighan dan Dennis Ritchie berjudul “*The C Programming Language*”, diterbitkan oleh Prentice-Hall tahun 1978. Deskripsi C dari Kernighan dan Ritchie ini kemudian dikenal secara umum sebagai “K&R C”.

2.8.3 Struktur Program C

Tiap bahasa komputer mempunyai struktur program yang berbeda. Jika struktur dari program tidak diketahui, maka akan sulit bagi pemula untuk memulai menulis suatu program dengan bahasa yang bersangkutan. Struktur dari program memberikan gambaran secara luas, bagaimana bentuk dari program secara umum.

Selanjutnya dengan pedoman struktur program ini, penulis program dapat memulai bagaimana seharusnya program tersebut ditulis.

Struktur dari program C dapat dilihat sebagai kumpulan dari sebuah atau lebih fungsi-fungsi. Fungsi pertama yang harus ada di program C sudah ditentukan namanya, yaitu bernama `main()`. Suatu fungsi di program C dibuka dengan kurung kurawal (`{`). Diantara kurung kurawal dapat dituliskan *statemen - statemen* program C. Bahasa C dikatakan sebagai bahasa pemrograman terstruktur, karena strukturnya menggunakan fungsi-fungsi sebagai program-program bagian (*subroutine*). Fungsi-fungsi selain fungsi utama merupakan program-program bagian. Fungsi-fungsi ini dapat ditulis setelah fungsi utama atau diletakkan di file pustaka (*library*). Jika fungsi-fungsi diletakkan di file pustaka dan akan dipakai disuatu program, maka nama file judulnya (*header file*) harus dilibatkan dalam program yang menggunakannya dengan *preprocessor directive* `#include`.

Struktur dasar C secara lengkap terdiri atas 5 bagian :

- Pemandu kompilasi
- Deklarasi variabel global dan fungsi-fungsi tambahan
- Kepala fungsi utama-`main()`
- Tubuh / definisi fungsi `main()`
- Tubuh / definisi fungsi-fungsi tambahan

Pemandu kompilasi adalah suatu perintah pada komputer untuk melakukan sesuatu pada waktu kompilasi. Pemandu kompilasi diawali dengan simbol (`#`) dan biasanya (tetapi tidak harus) ditempatkan pada awal setiap program. Suatu pemandu kompilasi hanya berpengaruh pada statemen-statemen yang diletakkan sesudahnya dalam suatu program.

Istilah preprosesor (*preprocessor*) terkadang dipakai untuk menyatakan pemandu kompilasi. Preprosesor merujuk kepada fase selama mana pemandu kompilasi diproses. Kompilasi memproses pemandu kompilasi sebelum ia memproses statemen-statemen lainnya. Pemandu kompilasi dibagi atas dua kelompok: pemandu preprosesor (*preprocessor directives*) dan program. Daftar pemandu kompilasi diberikan dalam lampiran 2.

Dalam C setiap variabel dan fungsi harus dideklarasikan. Deklarasi dilakukan dengan menuliskan jenis (*type*) dan nama variabel atau fungsi yang

bersangkutan. Deklarasi mempermudah konversi jenis data yang dipakai. Deklarasi juga diperlukan untuk memeriksa apakah penempatan (*assignment*) suatu data dari satu variabel ke variabel lain sesuai atau tidak. Selanjutnya melalui deklarasi variabel pemrograman dapat memberikan nilai awal pada variabel yang bersangkutan.

2.10. Penelitian yang Relevan

Dari penelitian sebelumnya yang sesuai dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan Aziz Miftahul Huda (2017) yang berjudul “Rancang bangun *prototype* mesin *cnc plotter* dengan *motor shield* L293D”.penelitian ini membua alat yang dapat membuat mesin dikendalikan secara *numeric* oleh komputer atau mikrokontroler. Perancangan mesin CNC *plotter* ini menggunakan mekanisme printer dari CD (*compact disk*) sebagai *linear motion guide* sekaligus *motor stepper*. Cara kerja mesin CNC *plotter* ini terdiri dari software pengubah gambar vektor menjadi bahasa G-Code. G-kode tersebut kemudian dikirimkan melalui *port* USB (*Universal Serial Bus*) ke mikrokontroler arduino uno yang telah berisikan program penunjang mesin CNC *plotter* pada *firmware*-nya.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Fauzi dan Abdul Rahman (2018) yang berjudul “Perancangan *Mesin plotter* batik berbasis CNC”.Penelitian ini ini membuat alat rancang bangun *plotter* batik tulis pola yang dibuat pada *software computer* mesin *plotter* batik tulis otomatis berbasis CNC ini, semua orang dapat membatik sesuai keinginannya tanpa terbentur dengan bakat dan kemahiran. Alat ini telah berhasil diaplikasikan pada proses pembatikan dengan media kain dengan program penunjang mesin CNC sebagai media cetak dalam proses menggambar motif pada proses membatik.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Masherlina (2019) yang berjudul “Perancangan Mekanik Alat Pemotong Dan Pengukir 3 Sumbu Berbasis Mikrokontroler Atmega328. Membuat perancangan alat pemotong dan

pengukir yang seperti mesin CNC dengan memfokuskan kepada pengaruh desain terhadap hasil pemotongan dan pengukiran pada bahan akrelik maupun kayu.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah pada penelitian ini penulis merancang alat ini agar lebih sederhana dan lebih efisien dalam proses cetak gambar, maka penulis merancang alat ini secara *wireless* agar mudah digunakan disaat proses cetak gambar lebih praktis dan tidak menggunakan kabel USB (*universal serial bus*) antara mesin grafir dengan PC (*personal computer*) serta penulis membandingkan hasil ukir mesin grafir 2D pada variasi 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s. Maka penulis tertarik merancang **“Rancang Bangun Sistem Penggerak *Stepper Motor* dan *Servo* Pada Mesin Grafir 2D Secara *Wireless*”**. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat lebih memper mudah pekerja dibidang desain grafis dan sebagai salah satu sarana baru untuk anak muda seperti penulis yang ingin berwira usaha dibidang desain cetak siluet, grafity dan sejenisnya dengan media kertas .

2.11 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah dengan penambahan sistem *wireless* pada proses pengiriman data pada PC (*personal computer*) dengan mesin grafir 2D dapat mempermudah proses pengiriman data serta waktu lebih efisiensi.

BAB III

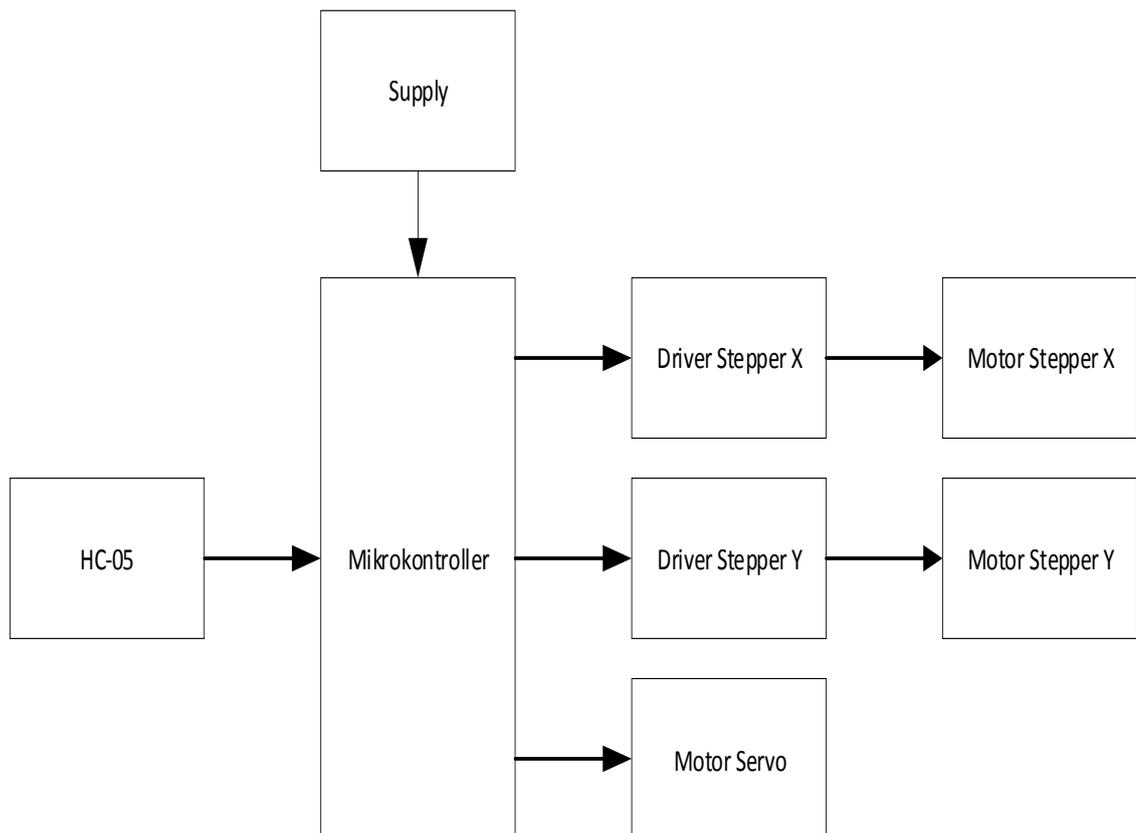
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Jalan IAIN No.1 Medan, Sumatera Utara.

3.2. Digaram Blok Penelitian

Adapun diagram blok penelitian dari rangkaian adalah



Gambar 3.1 Diagram blok penelitian

3.2.1. Fungsi Setiap Blok

Fungsi diagram block dari rangkaian ini adalah

1. *Mikrokontroller* sebagai pusat kendali
2. Blok *Supply* sebagai sumber tegangan keseluruh sistem

3. HC05 sebagai komunikasi wirelles antara alat ke PC
4. *Driver Stepper X* sebagai penggerak sumbu X
5. *Driver Stepper Y* sebagai penggerak sumbu Y
6. *Motor Servo* sebagai penggerak pena
7. *Motor Stepper X* sebagai pengontrol sumbu X
8. *Motor Stepper Y* sebagai pengontrol sumbu Y

3.2.2. Keterangan singkat blok diagram

HC 05 Menerima perintah dari PC kemudian data akan diolah pada *microcontroller*. *Microcontroller* memberikan perintah untuk mengaktifkan *driver stepper x* yang berfungsi sebagai penggerak pada sumbu x sehingga pena akan bergerak ke arah sumbu x. Selain itu *microcontroller* memberikan perintah untuk mengaktifkan *driver stepper y* yang berfungsi sebagai penggerak sumbu y, sehingga pena akan bergerak ke sumbu y. *Motor servo* akan menggerakkan pena sesuai perintah. Keseluruhan diberikan sumber tegangan dari *power supply* 12 v.

3.3. Peralatan dan Komponen

3.3.1. Peralatan

Adapun Peralatan dalam rangkaian ini adalah

Tabel 3.1 Peralatan

No	Peralatan	Jumlah
1.	Solder	1
2.	Obeng	1
3.	Tang buaya	1
4.	Tang potong	1
5.	Penghisap timah	1
6.	Timah	Secukupnya
7.	Bor PCB	1
8.	Laptop	1
9.	Multimeter	1
10.	Osiloskop	1

3.3 .2. Komponen

Adapun komponen dalam rangkaian ini adalah

Tabel 3.2 Komponen

No	Komponen	Jumlah
1.	<i>Motor Servo</i>	1
2.	<i>Motor stepper</i>	2
3.	<i>Module bluetooth HC 05</i>	1
4.	<i>Power supply</i>	1
5.	PCB	1
6.	ATMega 32A	1
7.	Dioda	Secukupnya
8.	Resistor	Secukupnya
9.	Kapasitor	Secukupnya
10.	<i>Jumper</i>	Secukupnya
11.	<i>Driver Stepper A4988</i>	2
12.	IC 7805	2

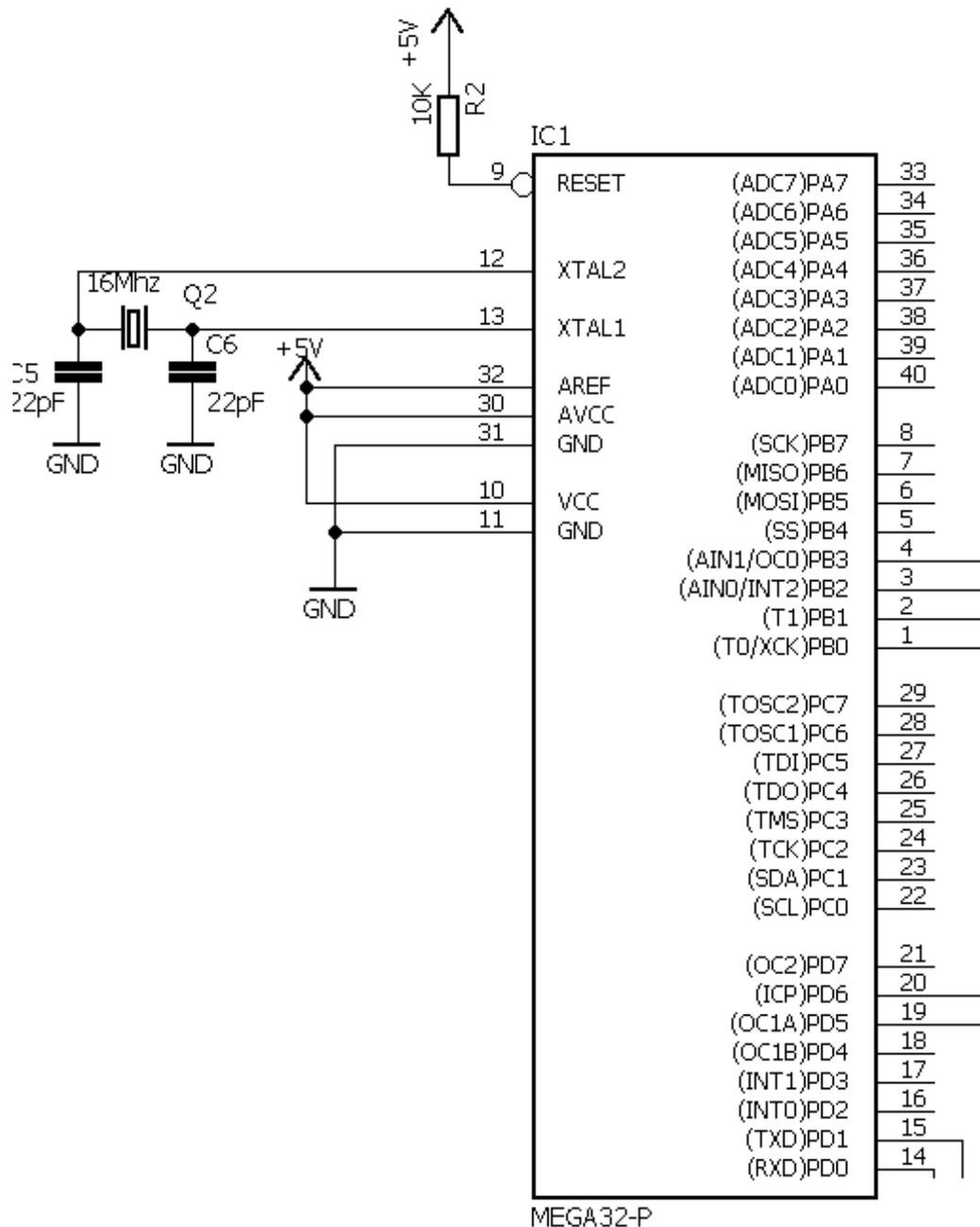
3.4. Prosedur Penelitian

Adapun komponen dalam rangkaian ini adalah

1. Dikumpulkan literatur yang ada untuk mendesain alat
2. Dikumpulkan komponen yang di butuhkan untuk merancang alat
3. Dirancang sebuah *layout* untuk meletakkan dan menghubungkan komponensatu dengan komponen yang lain.
4. Dicitak PCB dengan layout yang telah dibuat
5. Di rangkai komponen pada PCB yang telah jadi
6. Diuji rangkaian yang telah di rangkai pada PCB
7. Diprogram mikrokontroller agar *software* GRBL dapat terhubung ke alat
8. Dicitak hasil dengan software GRBL

3.5. Rangkaian Mikrokontroler ATmega32A

Rangkaian ATmega32A merupakan rangkaian dimana suatu program tersusun atau sebagai otak berjalannya program dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2. Rangkaian Mikrokontroler

Secara fungsional konfigurasi pin ATmega32 adalah sebagai berikut:

1. VCC

VCC merupakan tegangan sumber yang dibutuhkan oleh *microkontroller*

2. GND (*Ground*)

Ground

3. *Port A* (PA7 – PA0)

Port A adalah 8-bit *port I/O* yang bersifat *bi-directional* dan setiap pin memiliki *internal pull-up resistor*. *Output buffer port A* dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika *port A* digunakan sebagai input dan di *pull-up* secara langsung, maka *port A* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Pin-pin dari *port A* memiliki fungsi khusus yaitu dapat berfungsi sebagai *channel ADC (Analog to Digital Converter)* sebesar 10 bit.

4. *Port B* (PB7 – PB0)

Port B adalah 8-bit *port I/O* yang bersifat *bi-directional* dan setiap pin mengandung *internal pull-up resistor*. *Output buffer port B* dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika *port B* digunakan sebagai input dan di *pull-down* secara external, *port B* akan mengalirkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Pin-pin *port B* memiliki fungsi-fungsi khusus, diantaranya :

- 1) SCK *port B*, bit 7, *Input pin clock* untuk *up/downloading memory*.
- 2) MISO *port B*, bit 6 *Pin output data* untuk *uploading memory*.
- 3) MOSI *port B*, bit 5
- 4) *Pin input data* untuk *downloading memory*.

5. *Port C* (PC7 – PC0)

Port C adalah 8-bit *port I/O* yang berfungsi *bi-directional* dan setiap pin memiliki *internal pull-up resistor*. *Output buffer port C* dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika *port C* digunakan sebagai input dan di *pull-down* secara langsung, maka *port C* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan.

6. *Port D* (PD7 – PD0)

Port D adalah 8-bit *port I/O* yang berfungsi *bi-directional* dan setiap pin memiliki *internal pull-up resistor*. *Output buffer port D* dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika *port D* digunakan sebagai input dan di *pull-down* secara

langsung, maka *port D* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan.

7. *Reset Input*

Masukan ulang. Suatu tingkat rendah pada pin ini selama lebih dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan *reset*, bahkan jika *clock* tidak berdetak. Pulsa pendek tidak dijamin untuk menghasilkan *reset*.

8. XTAL1

Masukan ke dalam penguat *inverting* oskilator dan masukan kedalam *clock internal* rangkaian pengoperasian.

9. XTAL2

Keluaran dari penguat *inverting* oskilator.

10. AVCC

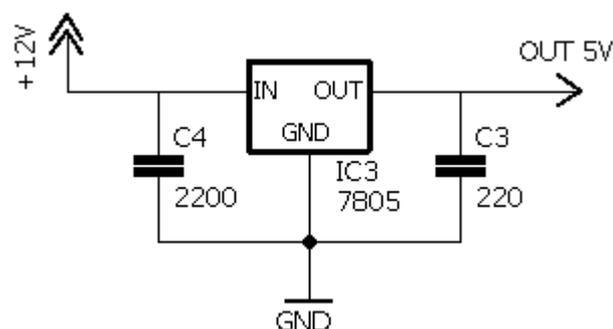
AVCC adalah pin tegangan suplai untuk *port A* dan *analog digital* konverter. Pin ini harus dihubungkan eksternal ke VC, meslipun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, pin ini harus dihubungkan ke VCC.

11. AREF

AREF adalah pin tegangan referensi *analog* untuk *A/D Converter*.

3.6. Rangkaian Power Supply

Input yang diterima oleh rangkaian power supply berupa tegangan AC yang sudah diturunkan tegangannya melalui transformator (trafo) contoh kasus tegangan PLN 220VAc menjadi 12VAc.

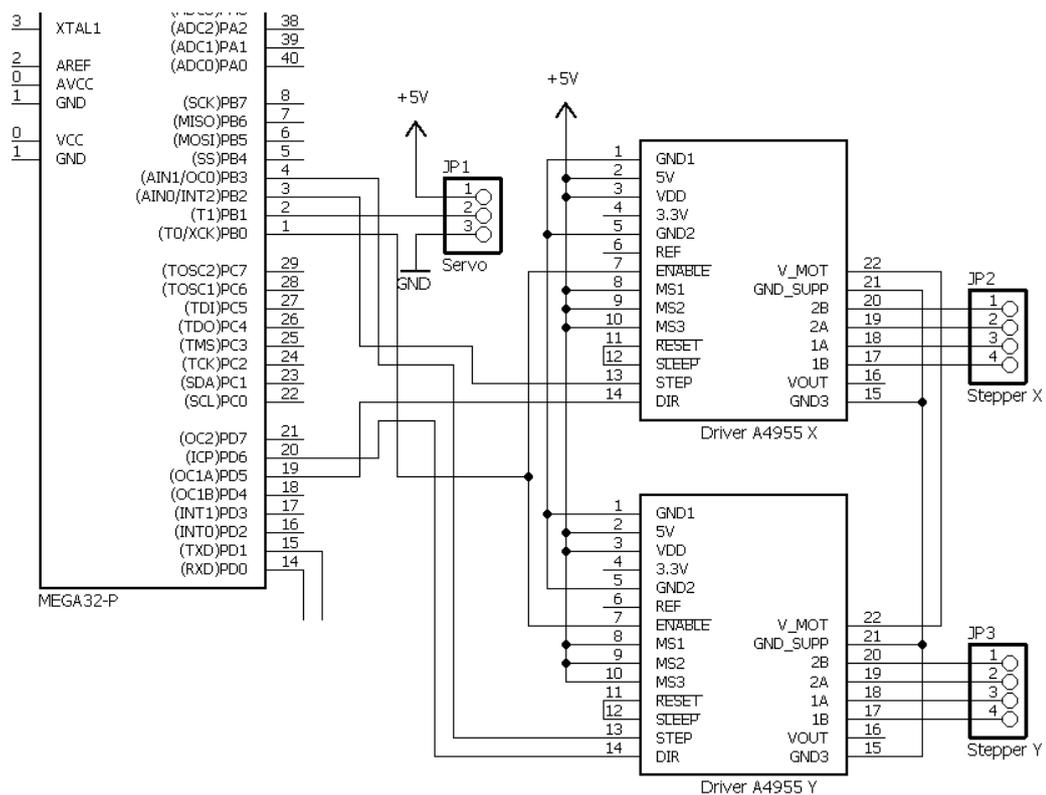


Gambar 3.3 Rangkaian *Power supply*

Setelah itu, terdapat dioda yang bertugas menyearahkan tegangan AC menjadi DC sehingga dari 12VAC menjadi 12VDC. Dari dioda terhubung ke kapasitor atau ElCo yang berperan sebagai penyaring tegangan ripple yang masih bocor. Dan terdapat transistor yang berfungsi sebagai penstabil tegangan, dan output dari tegangan tersebut dapat dihubungkan ke perangkat elektronika lainnya. Apabila menginginkan output yang bervariasi misalnya power supply dengan output tegangan 5 VDC, 12 VDC, maupun 12 VDC bisa dipilih keluaran dari output dengan sakelar switching pada transformator.

3.7. Rangkaian Driver dan Motor Stepper

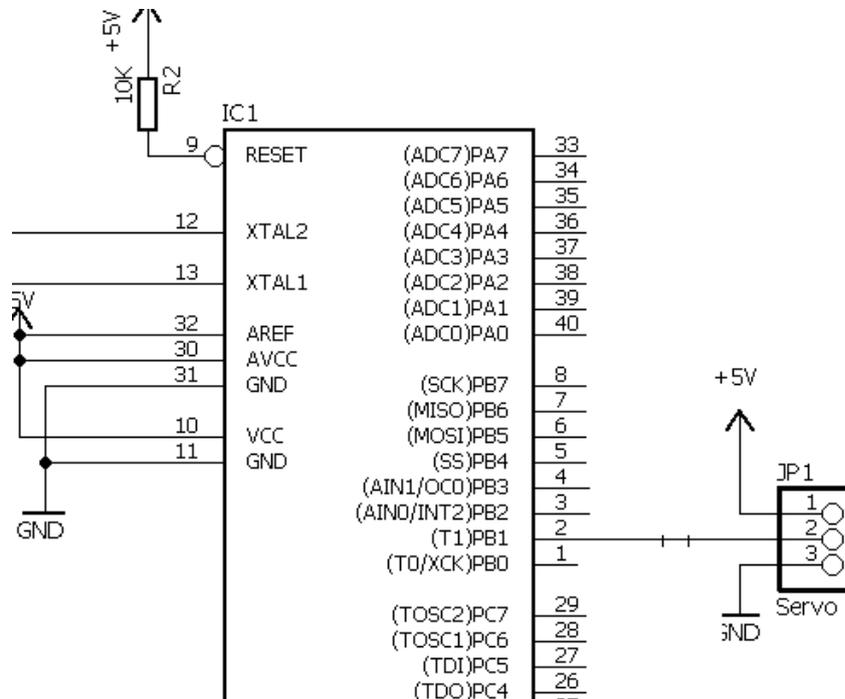
Umumnya driver *motor Stepper* dapat dioperasikan dengan menggunakan system 1 pulsa atau system 2 pulsa.



Gambar 3.4. Rangkaian Driver dan motor stepper

3.8. Rangkaian *Motor Servo*

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation/PWM) melalui kabel control.



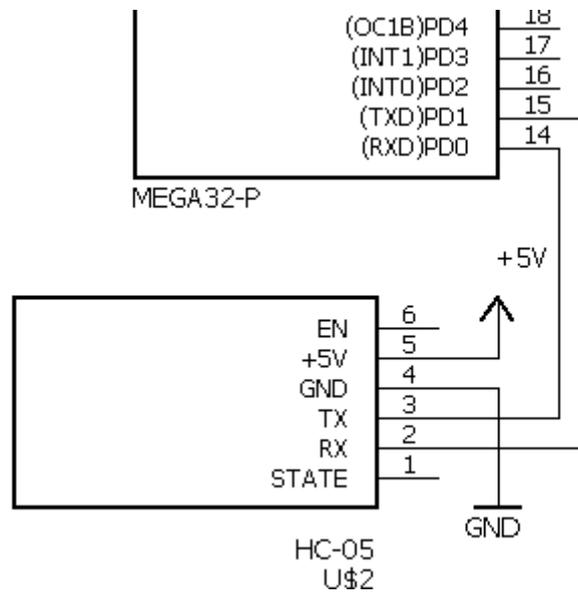
Gambar 3.5. Rangkaian *Motor servo*

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 1,5 ms 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 ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

3.9. Rangkaian HC 05

Bluetooth HC-05 memiliki dua mode kerja yakni communication mode dan at mode. *Communication mode* adalah kondisi ketika *bluetooth* HC-05 siap untuk berkomunikasi dengan perangkat *bluetooth* yang lain baik sebagai master ataupun *slave*. *Bluetooth* sebagai master adalah kondisi dimana *bluetooth* tersebut difungsikan sebagai pengontrol komunikasi, atau ia bertugas mencari perangkat *bluetooth* yang berada disekitarnya dan mengirim permintaan komunikasi kepada

perangkat *bluetooth* yang ditemukan. Sedangkan *slave* adalah kondisi dimana perangkat *bluetooth* menunggu datangnya permintaan untuk melakukan komunikasi.

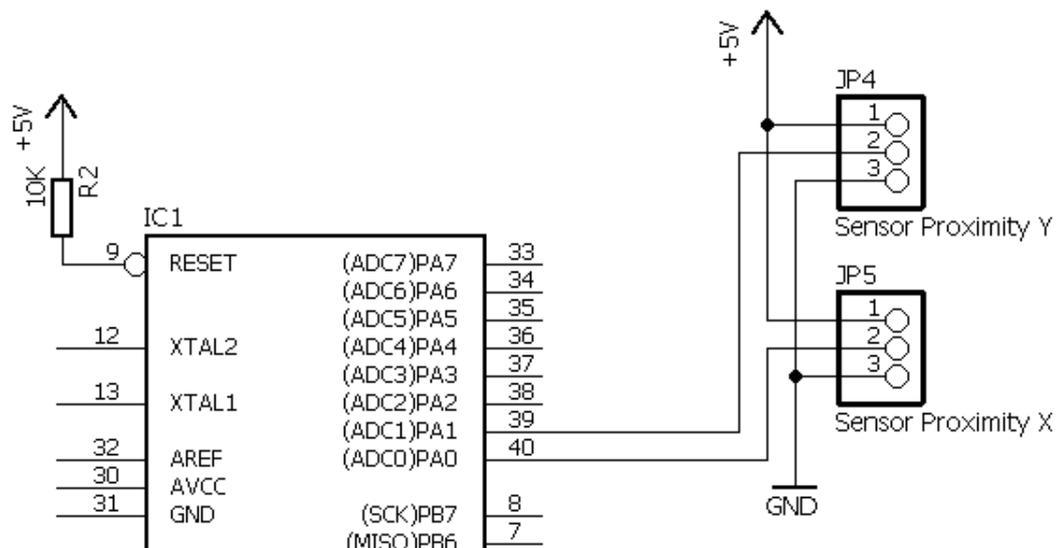


Gambar 3.6. Rangkaian HC 05

Berdasarkan mode komunikasinya (*communication mode*) *bluetooth* hc-05 memiliki dua mode kerja, yakni *order-response work mode* dan *automatic connection work mode*. Untuk *order-response work mode* maksudnya adalah komunikasi yang dijalin antar *bluetooth* dilakukan secara manual. Bisa dikatakan untuk mengkoneksikan dua buah *Bluetooth* menggunakan bantuan operator atau manusia. Sedangkan untuk *automatic connection work mode*, komunikasi yang dijalin antar *bluetooth* dilakukan secara otomatis ketika kedua *bluetooth* dalam kondisi aktif. Pada saat kedua *bluetooth* diberikan power maka *bluetooth* Master secara otomatis mencari *bluetooth Slave* yang memiliki alamat tertentu dan kemudian mengirim permintaan komunikasi. *Bluetooth Slave* akan merespon permintaan komunikasi tersebut jika syarat yang diperlukan terpenuhi.

3.10. Rangkaian *Sensor Proximity*

Sensor ini dapat dibuat dari pasangan LED dan *fototransistor trasonik* 1 dan 2.

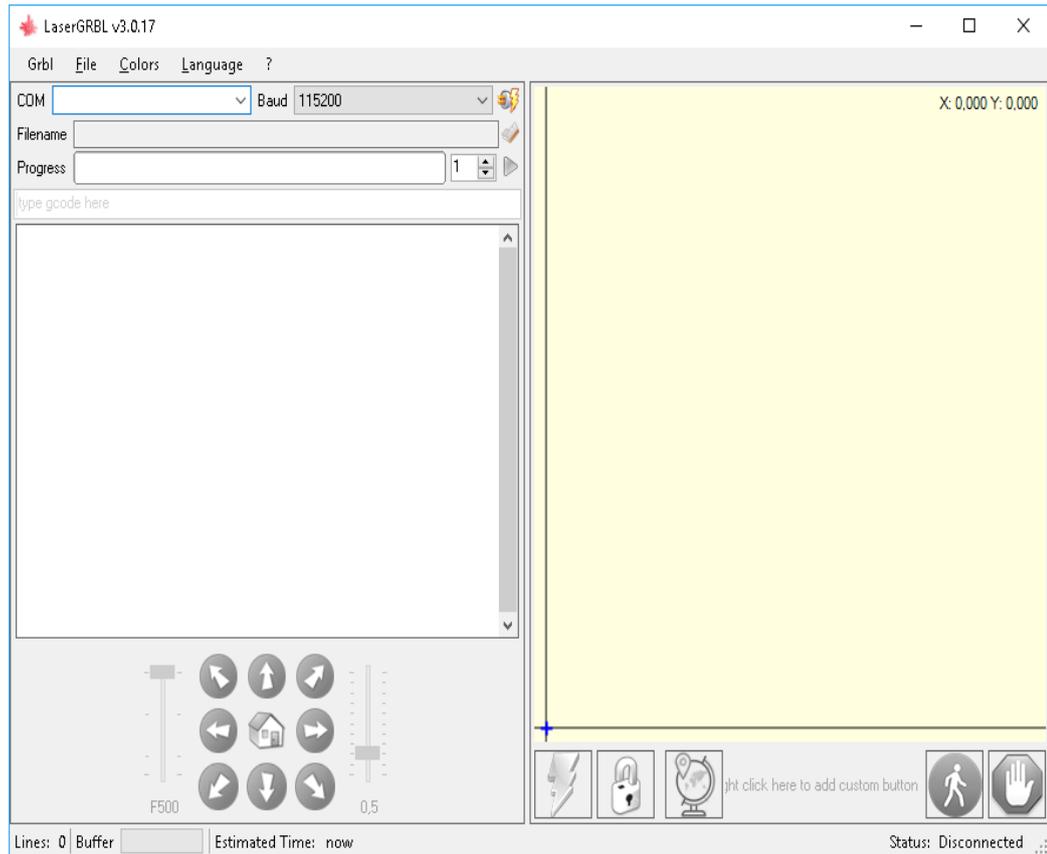


Gambar 3.7. Rangkaian sensor *Proximity*

Bila cahaya LED memantul pada garis dan diterima oleh basis fototransistor maka fototransistor menjadi (*on*) sehingga tegangan output (V_{out}) menjadi sama dengan V_{ce} saturasi atau mendekati 0 volt. Sebaliknya jika tidak terdapat pantulan, maka basis fototransistor tidak mendapat arus bias sehingga fototransistor menjadi *cut-off* (*C-E open*), dengan demikian nilai V_{out} sama dengan V_{cc} .

3.11. Software GRBL

Grbl memiliki sistem '\$' - perintah untuk men-tweak pengaturan dan perintah pemacu runtime. Terhubung ke Grbl menggunakan terminal serial pilihan Anda (baud rate 9600 kecuali jika Anda berubah bahwa dalam config.h) sebagai 8-N-1 (8-bit, no parity, dan 1-stop bit.)



Gambar 3.8 Software GRBL

Setelah terhubung Anda harus mendapatkan Grbl-prompt, yang terlihat seperti ini:

Grbl 0.8c ['\$' for help]

Jenis \$ dan tekan *enter*. Anda tidak harus melihat gema lokal \$ dan masukkan, tapi Grbl harus merespon dengan pesan bantuan:

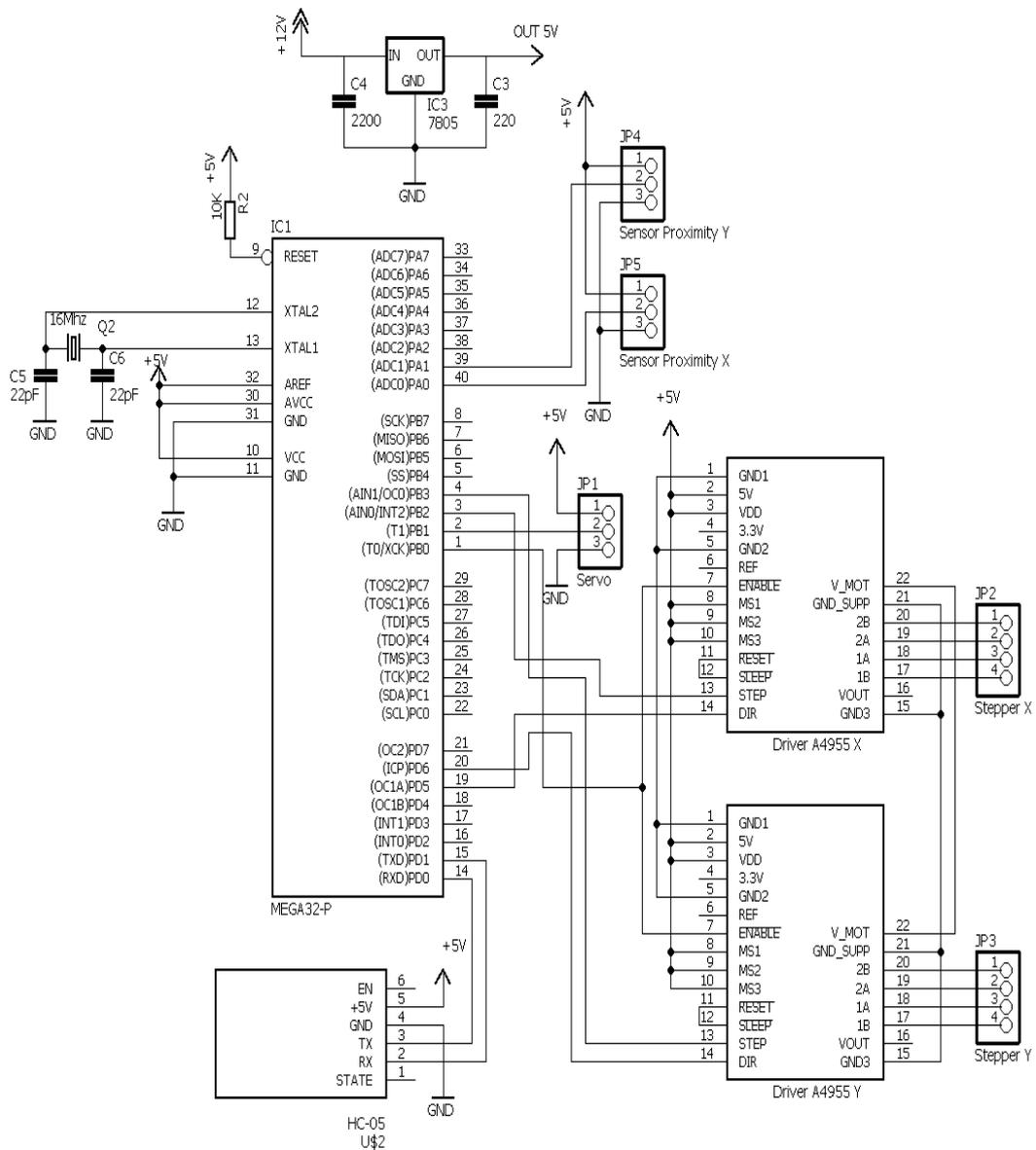
- \$\$ (view Grbl settings)
- \$# (view # parameters)
- \$G (view parser state)
- \$N (view startup blocks)
- \$x=value (save Grbl setting)
- \$Nx=line (save startup block)
- \$C (check gcode mode)
- \$X (kill alarm lock)
- \$H (run homing cycle)
- ~ (cycle start)
- ! (feed hold)

? (current status)
 ctrl-x (reset Grbl)

Perintah ini, hanya empat dari mereka yang digunakan untuk mengkonfigurasi Grbl [\$\$, \$x=value, \$N, \$Nx=line], sementara sisanya adalah perintah runtime yang baik melaporkan keadaan saat di Grbl atau tweak perilaku.

3.12. Rangkaian Lengkap

Adapun rangkaian lengkap pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

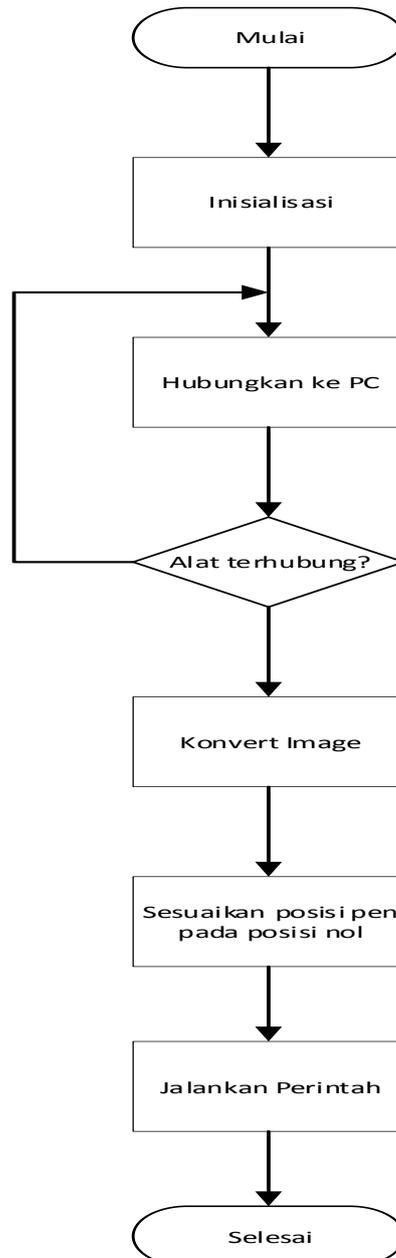


Gambar 3.9 Rangkaian Lengkap

Pada gambar diatas terlihat semua komponen dirancang berdasarkan *datasheet* Mikrokontroler Atmega32 A. terhubung satu sama lain antara *power supply* dengan dengan alat seperti mesin grafir 2D yaitu *motor stepper* dan *motor servo* yang dihubungkan dengan *sensor proximity* yang dengan menggunakan modul *bluetooth* HC-05 secara wireles.

3.13. *Flowchart Hardware*

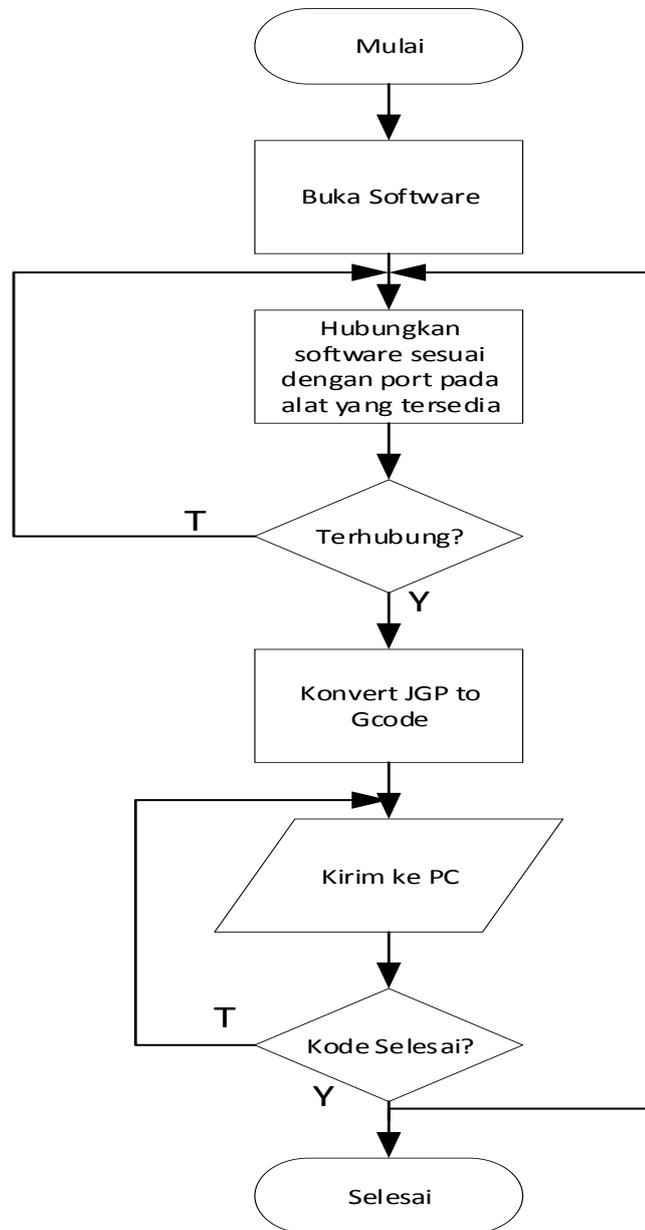
Adapun *flowchart hardware* pada rangkaian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.10. *Flowchart Hardware*

3.14 Flowchart Software

Adapun *flowchart software* rangkaian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11. *Flowchart Software*

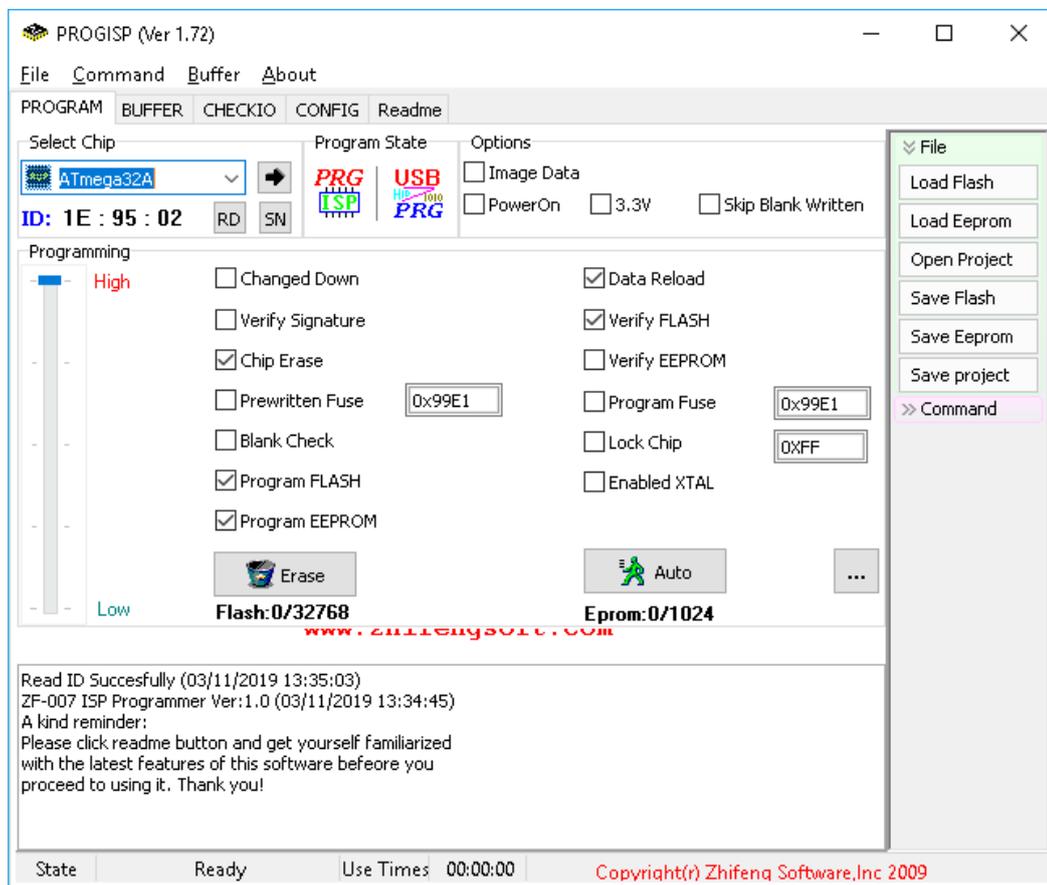
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Pemrograman menggunakan mode ISP (*In System Programming*) mikrokontroler harus dapat diprogram langsung pada papan rangkaian dan rangkaian mikrokontroler harus dapat dikenali oleh program *downloader*. Pada pengujian ini berhasil dilakukan dengan dikenalnya jenis mikrokontroler oleh program *downloader* yaitu Atmega32A.



Gambar 4.1 Rangkaian Mikrokontroler

Atmega32A menggunakan kristal dengan frekuensi 16 MHz, apabila *Chip Signature* sudah dikenali dengan baik dan dalam waktu

singkat, dapat dikatakan rangkaian mikrokontroler bekerja dengan baik dengan mode ISP-nya.

4.2 Pengujian Rangkaian Power Supply

Pengujian *power supply* (adaptor) dan regulator tegangan. Pengukuran tegangan pada keluaran adaptor adalah 12,24 Volt DC. Pengujian pada regulator tegangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Pengujian rangkaian power supply

Tegangan Catu Daya (V in)	Tegangan Output Regulator (V out)
12,53 Volt	5,03 Volt



Gambar 4.2. a. Gambar sebelum melewati regulator, b. Setelah melewati regulator

4.3 Pengujian Rangkaian Driver dan Motor Stepper

Pada pengujian *driver motor stepper* ini dilakukan dengan bahasa program C dimana pada pengujian ini kita bisa melihat perputaran motor stepper 0°, 90° dan 180°.

```
#include <Arduino.h>
#define MOTOR_STEPS 200
#define MICROSTEPS 1
#define DIR 2
#define STEP 5
```

```

#define ENABLE 8
#include "DRV8834.h"
#define M0 10
#define M1 11
DRV8834 stepper(MOTOR_STEPS, DIR, STEP, ENABLE, M0, M1);
void setup() {
  stepper.begin(1, MICROSTEPS);
  stepper.enable();
}

void loop() {
  stepper.rotate(0);
  delay(1000);
  stepper.rotate(90);
  delay(1000);
  stepper.rotate(180);
  delay(1000);
}

```

Tabel 4.2 Pergerakan Motor stepper

No	Pergerakan Motor stepper	Hasil
1	0°	

2	90°	
3	180°	

Motor stepper perputarannya bisa lebih dari 360° dan mengetahui setiap sudut perputarannya.

4.4 Pengujian Rangkaian Motor Servo

Pengujian rangkaian motor servo dapat dilakukan dengan cara menguji berdasarkan sudut istimewa yaitu 0°,45°,90°,135° dan 180° dengan untaian bahasa program.

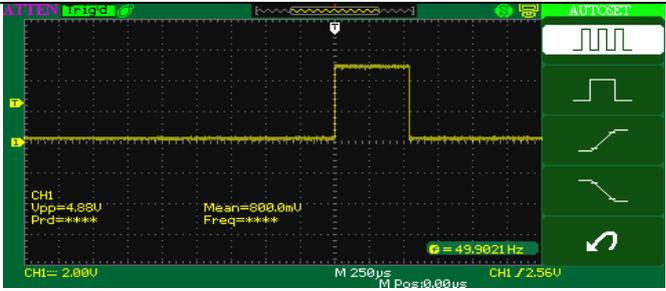
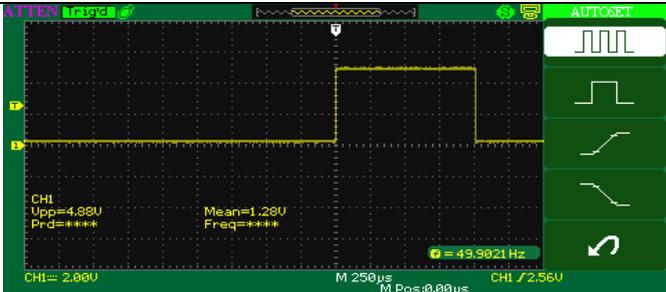
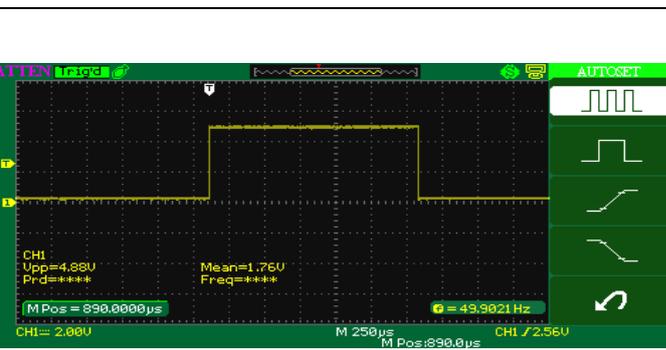
```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
void setup() {
  myservo.attach(9);
}
void loop() {
  myservo.write(0);
  delay(5000);
```

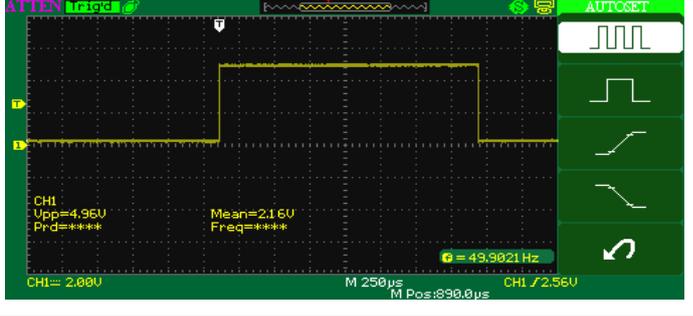
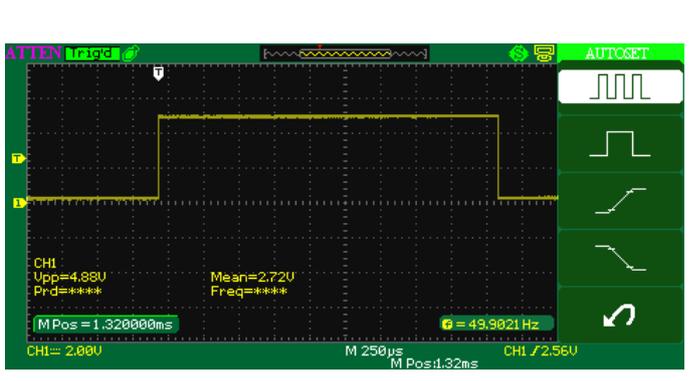
```

myservo.write(45);
delay(5000);
myservo.write(90);
delay(5000);
myservo.write(135);
delay(5000);
myservo.write(180);
}

```

Tabel 4.3 hasil Keluaran Osiloskop pada Motor Servo

No.	Output Osiloskop	Sudut
1.		0°
2.		45°
3.		90°

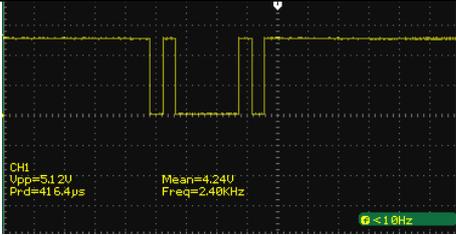
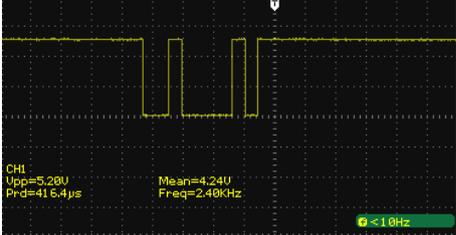
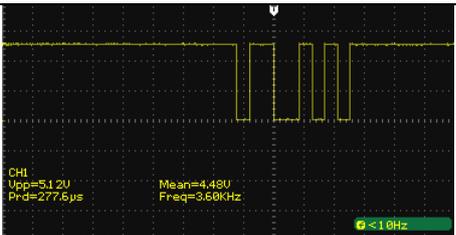
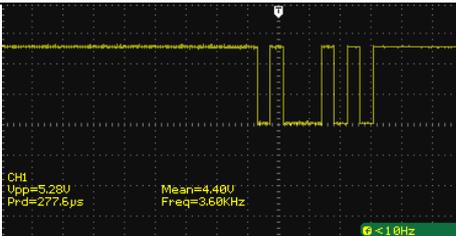
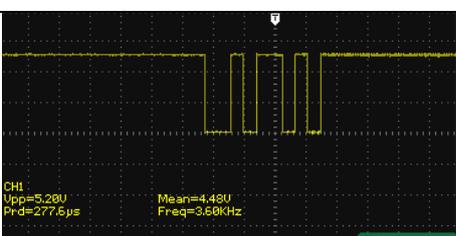
4.		135°
5.		180°

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 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau kekiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor sero akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jaru, jam).

4.5. Pengujian Rangkaian HC 05

Pengujian karakter pada proses transmisi data pada HC 05 diuji dengan karakter A,B,S,Q dan Z.

Tabel 4.4 Pengujian rangkaian HC 05

No	Output HC05 di Osiloscope	Karakter yang di kirim
1.		A
2.		B
3.		S
4.		Q
5.		Z

Output karakter tersebut menggunakan gelombang seperti tabel diatas, tabel diatas terdiri dari 8 bit sinyal digital dan 2 bit sebagai bit start dan stop. Komunikasi yang menghubungkan dua device antara komputer dengan alat.

Komunikasi ini merupakan komunikasi dua arah Rx dan Tx , yg Rx berfungsi sebagai receiver sedangkan Tx sebagai *transmitter*. Karakter yang dikirim dari Pc akan di konversi kedalam sinyal listrik yang berbentuk gelombang, dari gelombang dikonversi ke mikrokontroler.

4.6. Pengujian Rangkaian Sensor *Proximity*

Pada pengujian rangkaian ini menggunakan bahasa c, apabila sensor bergerak pada sumbu x dan y maka sensor ini mendeteksi pergerakan *motor servo* dan *stepper* saat mengukir desain yang kita perintahkan ada tidaknya yang menghalangi pergerakan *motor stepper* dan *servo*.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(A1, INPUT);
}
void loop() {
  Serial.print("PIN 1 : ");
  Serial.println(digitalRead(A0));
  Serial.print("PIN 2 : ");
  Serial.println(digitalRead(A1));
}
```

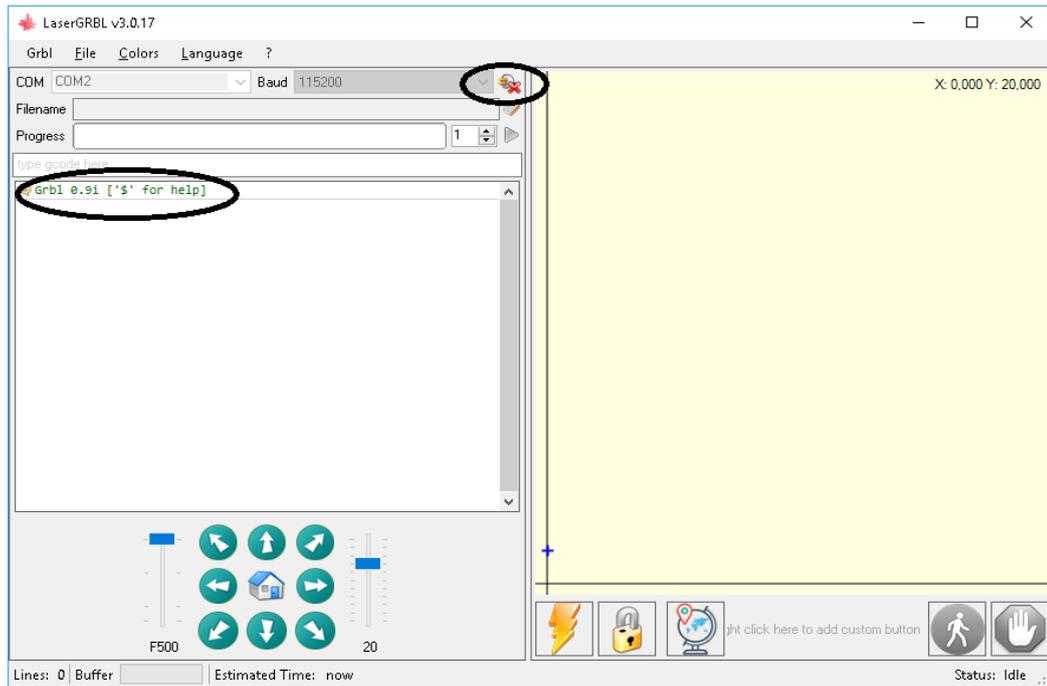
Tabel 4.5 Tegangan pada sensor proximity

Sensor	Vout Tanpa halangan	Vout Di halangi
Sensor X	4,95	0,121
Sensor Y	4,94	0,114

Apabila sensor bergerak pada sumbu x dan y tanpa halangan maka tegangan sensor x dan y setelah dihalangi berubah. Hal ini dapat dibuktikan dengan cara mengukur dengan multimeter.

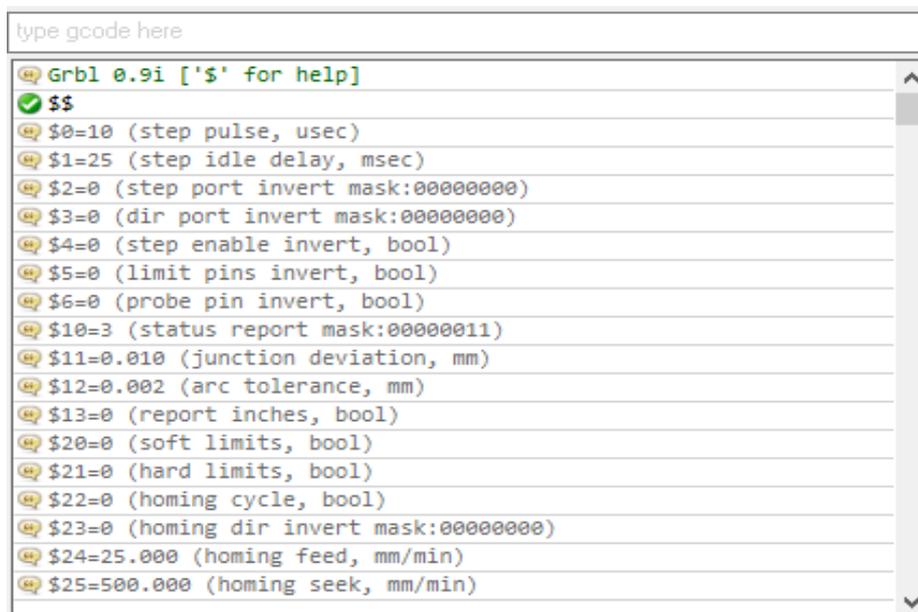
4.7 . Pengujian Alat Dengan Software GRBL

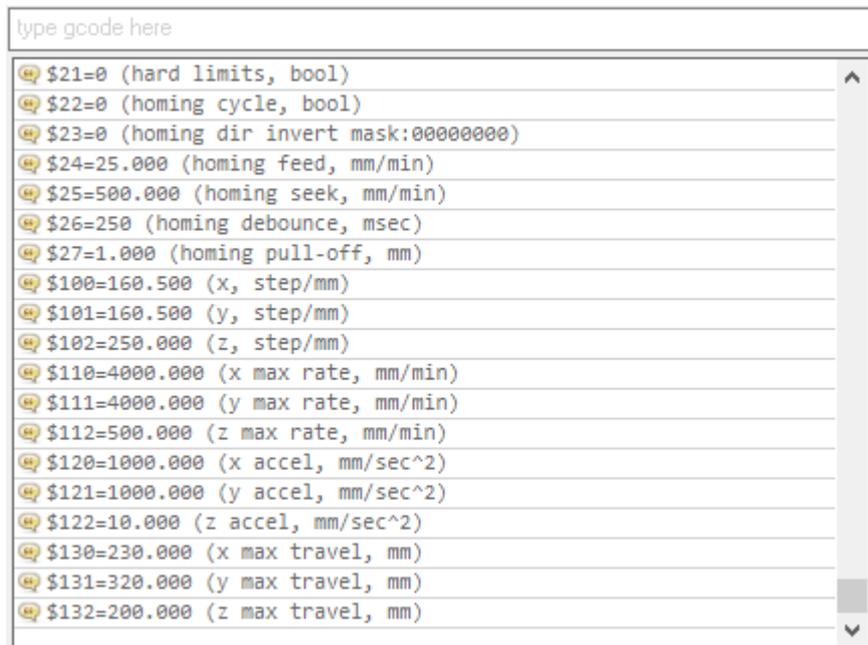
Pada saat membuka software GRBL maka akan terlihat tampilan seperti dibawah ini.



Gambar 4.3 Tampilan awal pada software GRBL

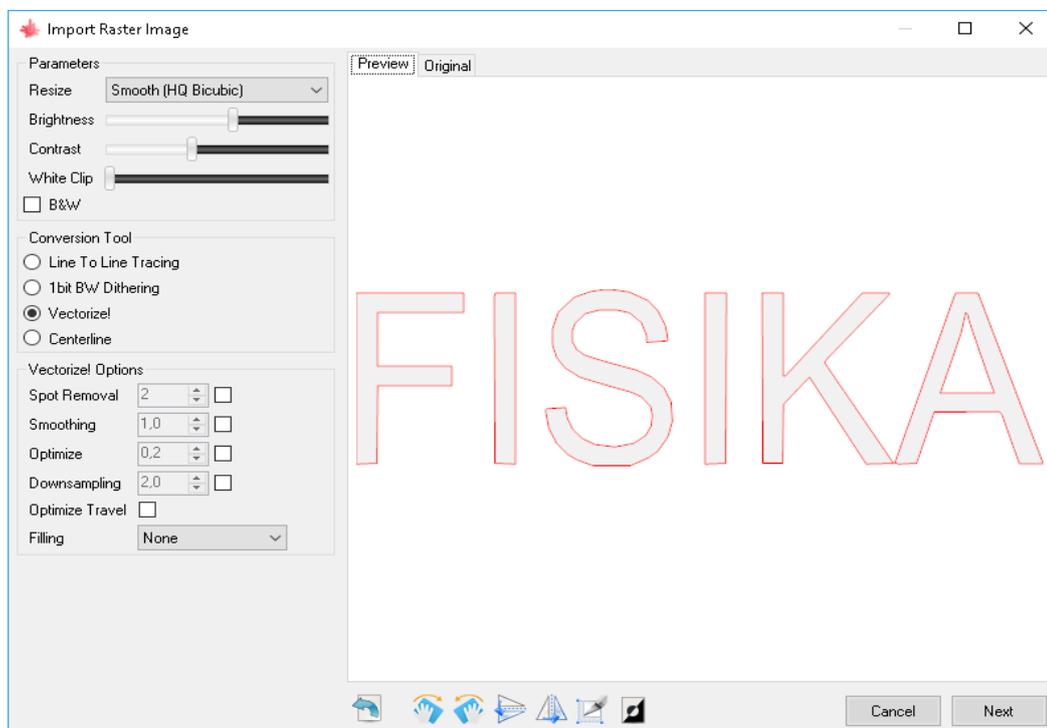
Setelah muncul tampilan diatas, maka klik connect lalu muncul tampilan seperti diatas.





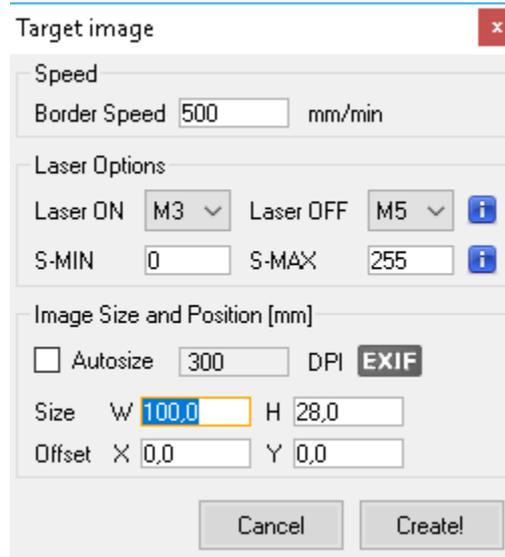
Gambar 4.4 tampilan setting internal.

Setelah itu di tulis pada toolbar “\$\$” maka tampil seperti diatas yang berfungsi untuk mengecek pengaturan internal. Untuk mengconvert gambar menjadi bahasa mesin klik “file” kemudian open.



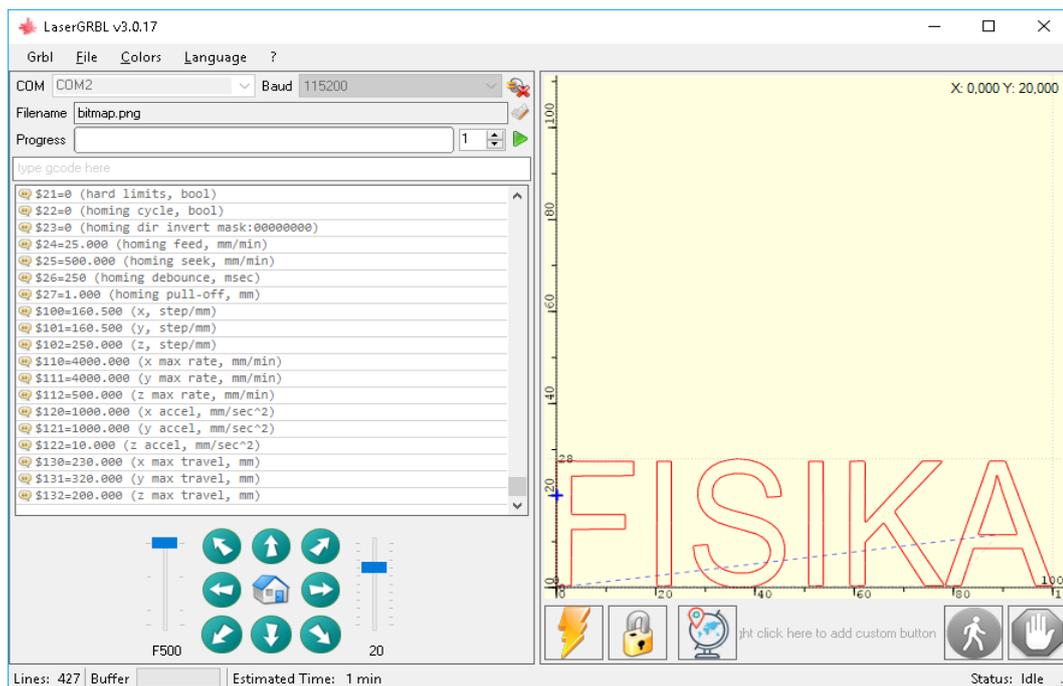
Gambar 45 Tampilan convert gambar menjadi G-code (bahasa mesin)

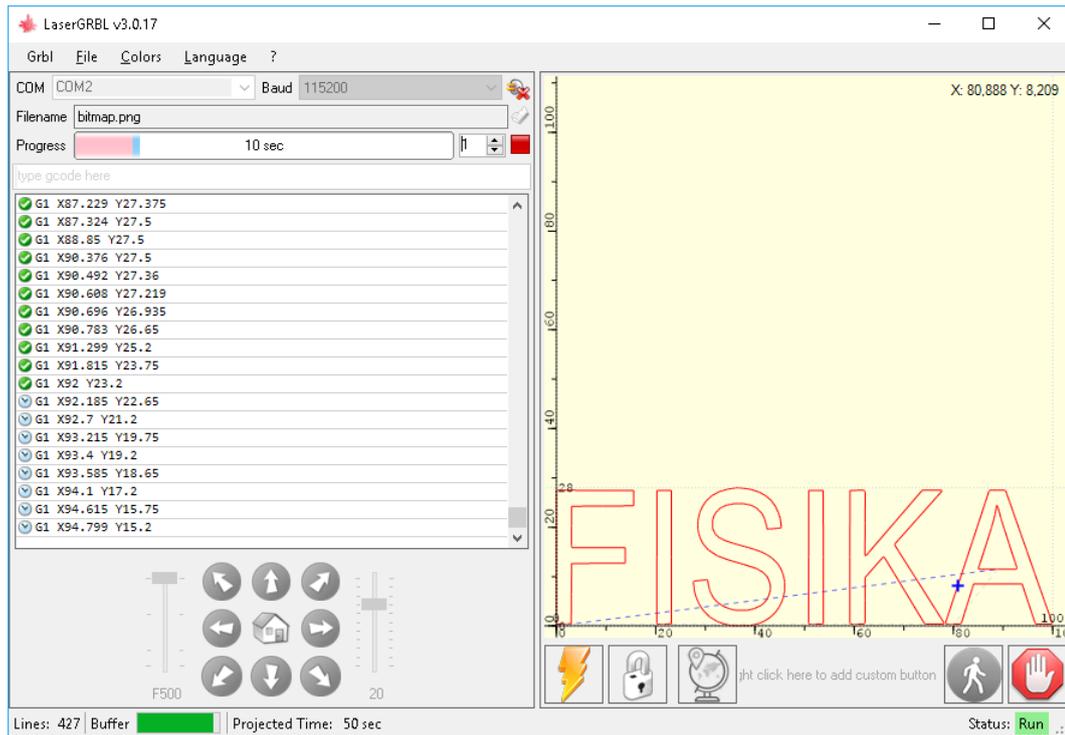
Setelah file yang diinginkan dipilih maka klik vectorize dan selanjutnya klik next



Gambar 4.6 Tampilan Pengaturan Kecepatan Penulisan

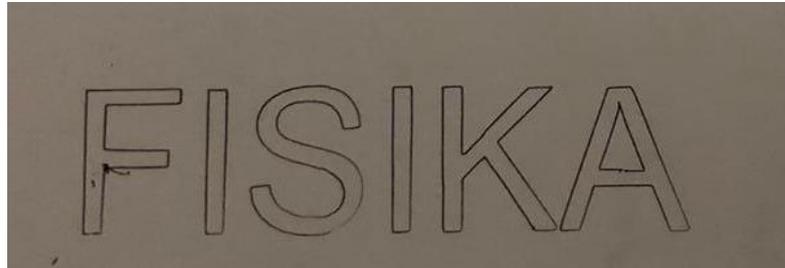
Setelah itu aturlah variasi waktu pergerakan mesin sesuai yang diinginkan dengan *range* 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s.





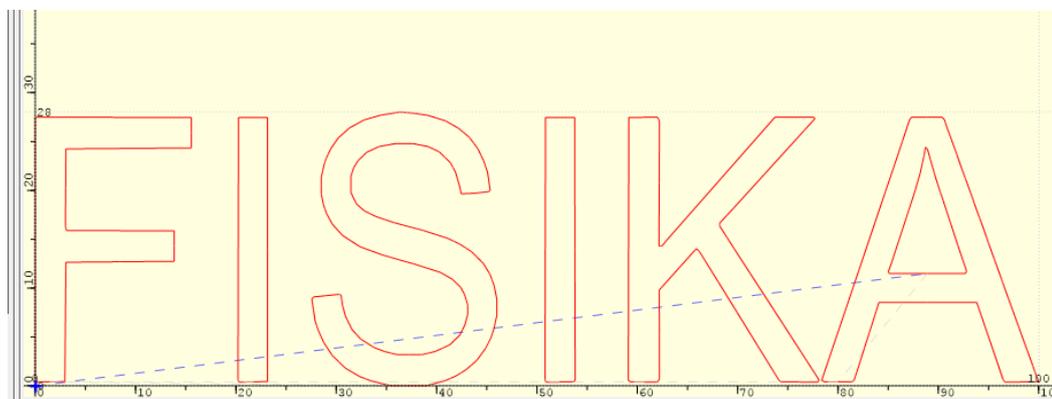
Gambar 4.7 Tampilan Gambar Sedang Diproses

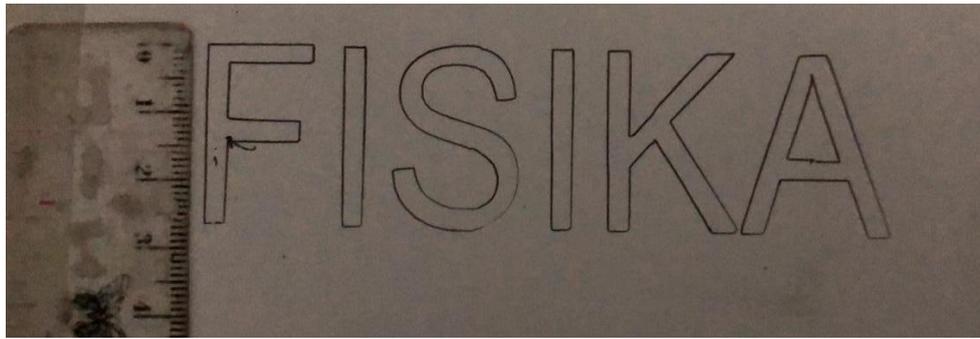
Setelah itu muncul tampilan bahwa gambar sedang berjalan atau sedang di proses.



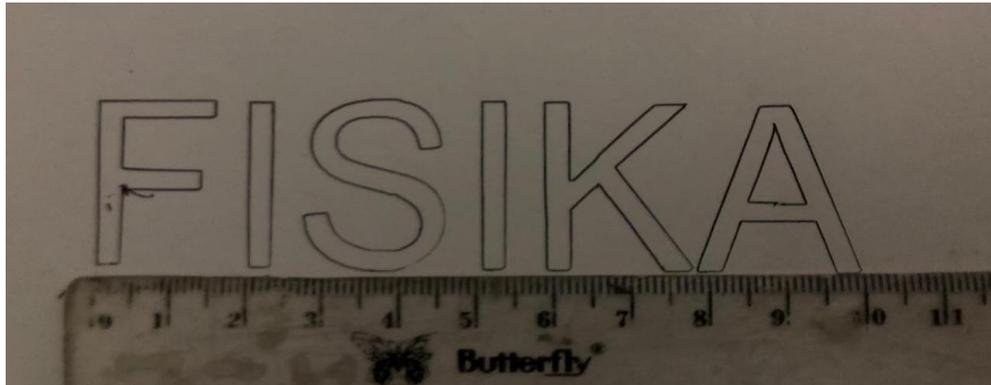
Gambar 4.8 Tampilan Hasil gambar yang di cetak

4.8. Pengujian Ketepatan Alat Dengan Desain Yang Telah Dirancang





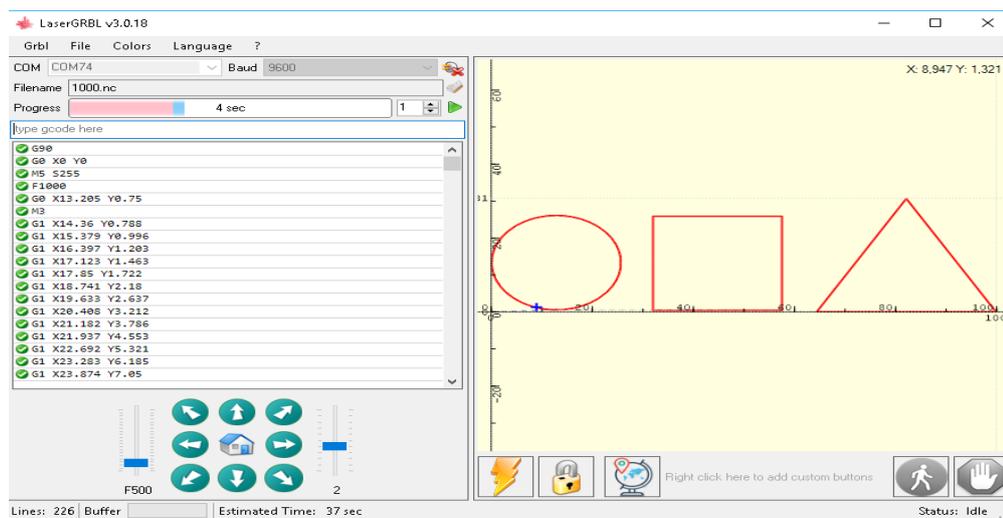
Gambar 4.9 Tampilan gambar pada *software*



Gambar 4.10 Tampilan hasil dari alat

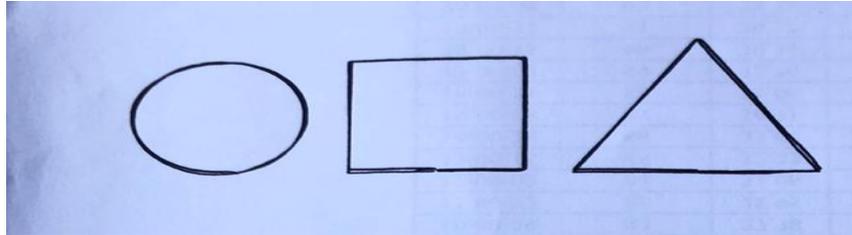
Setelah dilihat dari ketiga gambar 4.9 dan gambar 4.10 bahwa tidak ada perbedaan antara desain *software* dengan hasil pada alat dan keakurasian mendekati sempurna.

4.9 Pengujian Ketepatan Alat dan Desain dengan Karakter Lingkaran, Kotak dan Segitiga yang telah dirancang.

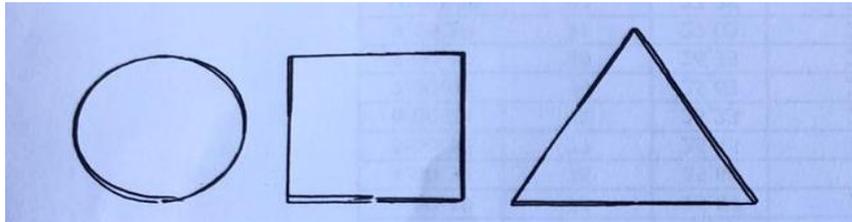


Gambar 4.11 Tampilan Gambar sedang diproses

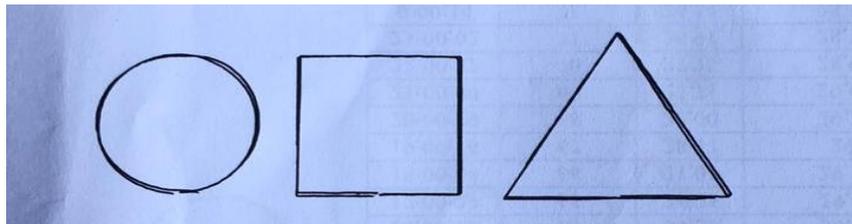
Pengujian Pada karakter lingkaran, kotak dan segitiga pada alat bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil pengujian alat dengan variasi waktu pergerakan mesin dengan rate 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s.



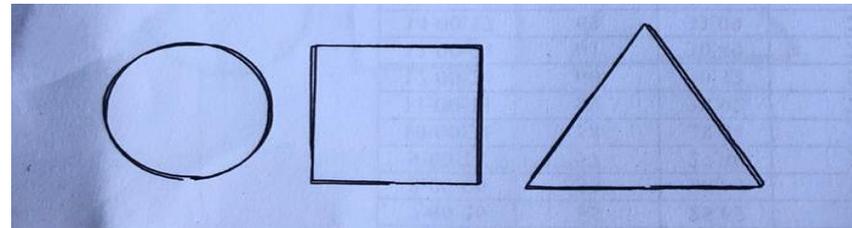
Gambar 4.12 Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu pergerakan 200s



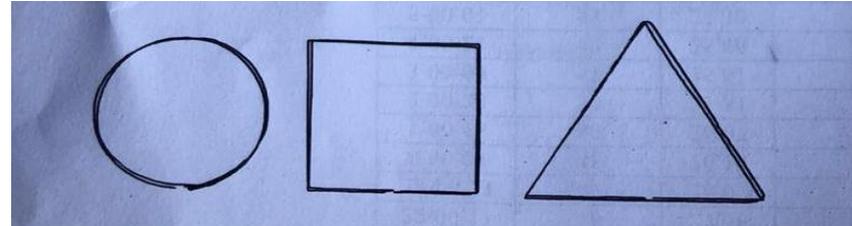
Gambaran 4.13 Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu pergerakan 400s



Gambar 4.14 Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu pergerakan 600s



Gambar 4.15 Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu pergerakan 800s



Gambar 4.16 Tampilan Gambar desain dengan variasi waktu pergerakan 1000s

Dari variasi diatas dapat disimpulkan bahwa Gambar 4.15 dengan variasi waktu pergerakan mesin 800s sesuai dengan desain gambar yang diinginkan dan bisa disimpulkan hampir mendekati kata sempurna, sedangkan pada pergerakan mesin dalam proses menggambar karakter dengan kecepatan 200s ,400s, 600s

proses cetak karakter cukup lambat sehingga hasilnya tidak sesuai dengan desain dan kecepatan 1000s sangat cepat sehingga proses menggambar karakter hasilnya tidak rapi jauh dari kata sempurna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan alat yang dilakukan pada penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat sistem penggerak *stepper motor* dan *servo* pada mesin grafir 2D secara wireless telah berhasil dirancang dan berhasil ditampilkan. Hasil data sesuai dengan desain di *software* sesuai sesuai dengan yang di hasilkan oleh alat.
2. Karakteristik dari alat ini memiliki dua karakteristik yang pertama dapat bekerja secara otomatis dan diperintah sesuai perintah dari PC (*personal computer*) karakteristik kedua alat ini juga dilengkapi dengan penghubung antara PC (*personal computer*) dan alat sehingga mempermudah pengiriman data.
3. Perbandingan hasil cetakan gambar variasi waktu 200s, 400s, 600s, 800s, dan 1000s adalah dengan pergerakan mesin dalam proses menggambar karakter dengan variasi waktu 200s, 400s, dan 600s hasil cetak karakter cukup lambat, sehingga tidak sesuai dan kecepatan proses cetak gambar. Pada variasi waktu 800s sesuai dengan desain gambar yang diinginkan dan hampir mendekati kata sempurna, sedangkan variasi waktu 1000s sangat cepat sehingga proses menggambar karakter hasilnya tidak rapi, jauh dari kata sempurna.

5.2 Saran

Didalam perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan saran pada alat ini adalah sebagai berikut:

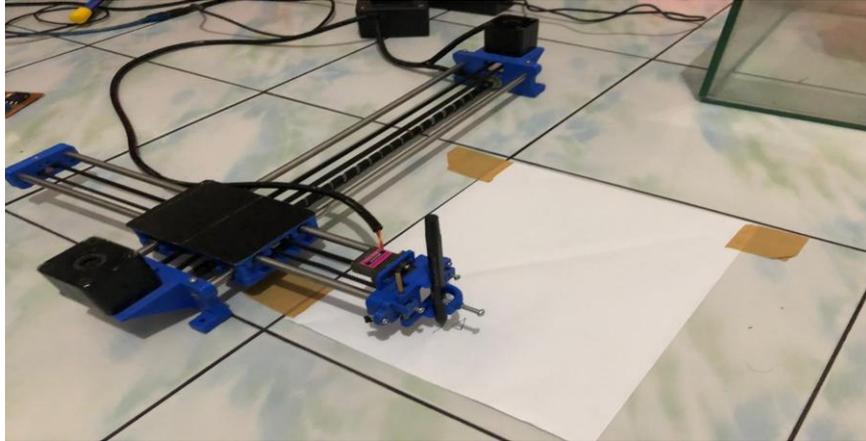
1. Sebaiknya fungsi alat ini dirancang menjadi sistem hybrid yaitu dimana dalam satu alat dapat dua fungsi yang dapat di jalankan.
2. Pada alat selanjutnya sebaiknya dalam pengembangan lebih lanjut, bisa menggunakan variasi material uji yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

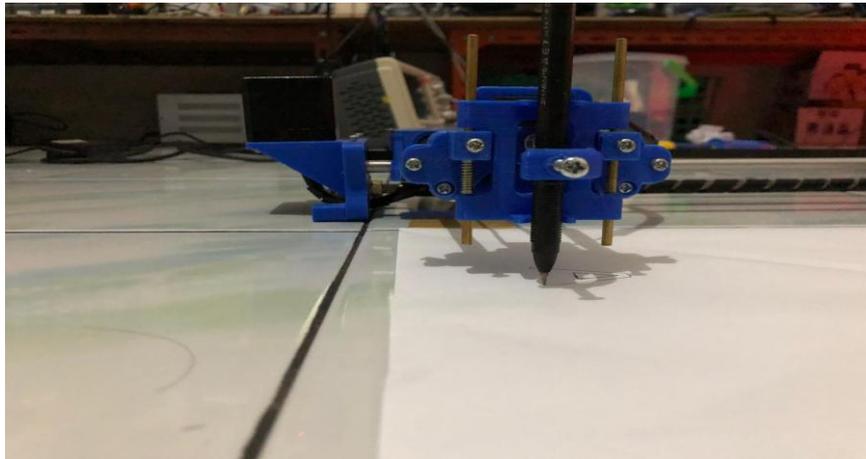
- Amirin,2008,*Diktat Pengantar Mekatronika, Teknik Mesin*,Universitas Widyagama malang.Malang.
- Deksa Liyan Derry.2014. *Pemanfaatan Ic Atmega32 Sebagai Pengontrol Alat Elektronik Menggunakan Smartphone Android*, Politehnik Negeri Sriwijaya.Palembang.
- Diktat.2008.Pengantar Mekatronika.Bahan ajar Universitas Widyagama..Malang.
- Fauzi,. Dan Rahman Abdul.2018.*Perancangan Mesin plotter batik berbasis CNC*.Universitas Muhammadiyah Malang.Malang.
- Geiger Jim,2009,*wireless Networks first step*, Andi.Yogyakarta.
- Hartono Rachmad,2005,*Pengendalian motor servo AC*,Teknik mesin,Universitas Pasundan.Bandung.
- Masherlina.2019. *Perancangan Mekanik Alat Pemotong Dan Pengukir 3 Sumbu Berbasis Mikrokontroler Atmega328*.Skripsi. Universitas Sumatera Utara,Medan.
- Miftahul Huda Aziz,2017,*Rancang bangun prototype mesin cnc plotter dengan motor shield L293D*.Teknik mesin,Universitas Gajah Mada.Yogyakarta.
- M L,.Dan Apriadi,2017,*Perancangan mesin CNC (Computer numerical Control) router dengan aplikasi GRBL 0.9 control 3 axis x,y dan z (hardware)*. Politehnik Negeri Sriwijaya.Palembang.
- Nasution Y Randi,. Putri Hasanah,. Dan Haryani Sun Y,.2015.*Perancangan dan implementasi tuner gitar otomatis dengan penggerak motor servo berbasis arduino*,Fakultas ilm terapan, Universitas Telkom.Bandung.
- Saputra D Tri,2016,*Aplikasi Sensor Ultra sonik HC-SR04 pada sistem kendali valve sebagai penyalur Air dengan akses control RFID berbasis Arduino Uno*,Politehnik Negeri Sriwijaya.Palembang.
- Shandi Popi Nila,2014,*Hardware pemanas air otomatis berbasis mikrokontroler AVR ATmega 16 dengan informasi melalui Handphone*,Teknik Elektro,Politehnik Negeri Sriwijaya.Palembang

- Supriyanto Aji,2006,*Analisis kelemahan pada jaringan Wireless*,Fakultas Teknologi Informasi,Universitas Stikubang Semarang.Semarang.
- Sukendar Aang,. Dan Martinus,2013, *Pembuatan sistem otomasi untuk pengaturan mekanisme kerja mesin cetak kerupuk menggunakan mikrokontroler ATmega*,Universitas Lampung.Lampung.
- Yuhardiansyah,2006,*Sistem pengendalian motor stepper tanda kabel berbasis mikrocontroller AT89C51*, Universitas Negeri Jakarta.jakarta.
- W Cahyo,2016,*Rancang bangun monitoring dengan closed circuit television (CCTV) dan penggerak motor servo berbasis android*. Universitas Sriwijaya.Palembang

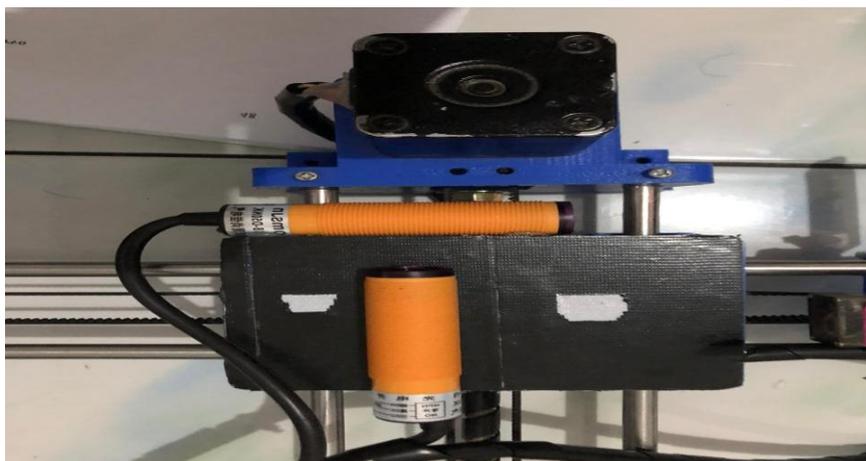
LAMPIRAN 1
GAMBAR ALAT KESELURUHAN



Tampilan Alat keseluruhan



Tampilan Alat Dalam Dilakuan Proses Gambar



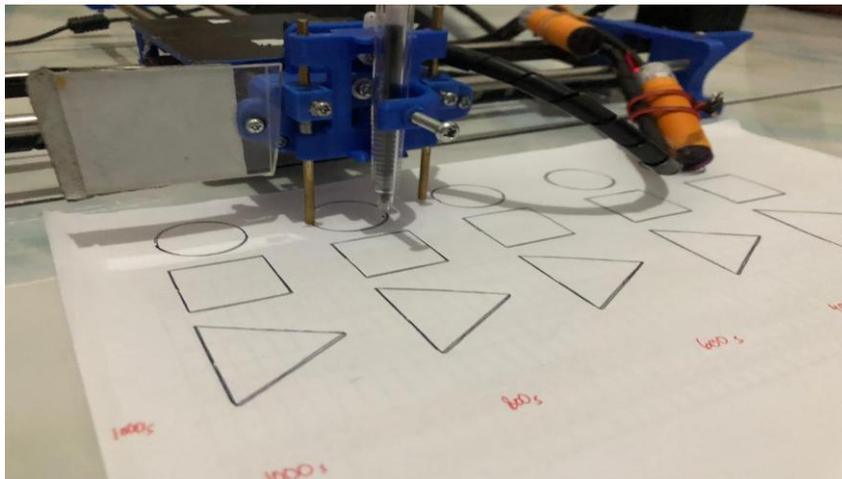
Tampilan Sensor Proximity pada mesin



Tampilan Rangkaian



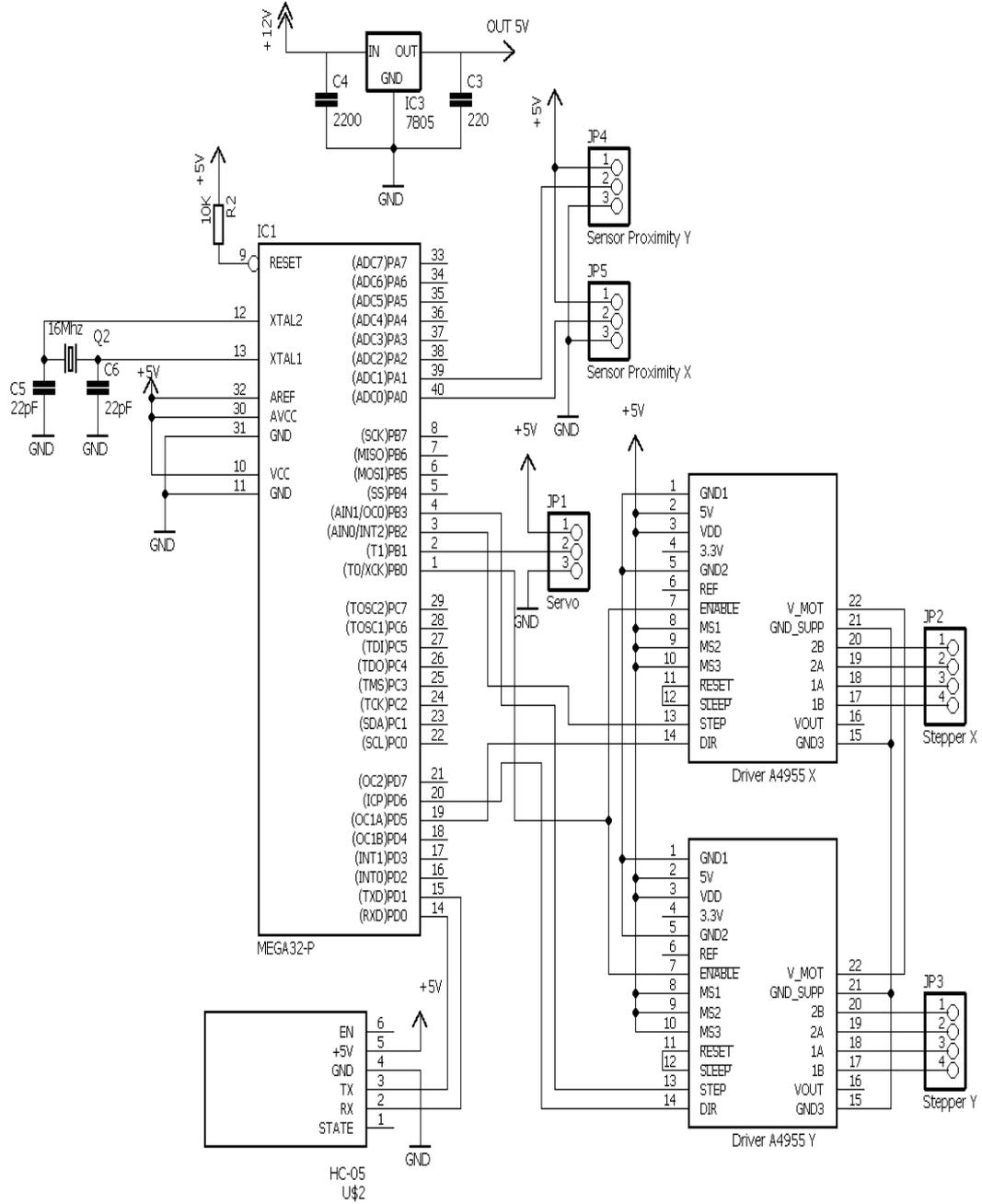
Tampilan Power Supply



Proses Pencetakan karakter lingkaran. Kotak dan Segitiga

Lampiran 2

Rangkaian Lengkap



Lampiran 3

Program Lengkap

```

/*****
CNC 2D PRINTER
*****/

/*****
* Definisi Library, konstanta global, dan variabel
*****/

#include <Servo.h>
#include <Stepper.h>
#define LINE_BUFFER_LENGTH 512

// Posisi Sudut Motor Servo saat Pen_up dan Pen_down
const int penZUp = 56;
const int penZDown = 43;

// Pin Servo
const int penServoPin = 6;

// Set Langkah per Revolusi Motor
const int stepsPerRevolution = 20;

// Kontrol Servo dan Stepper Motor
Servo penServo;
// Inisiasi Pin yang digunakan
Stepper myStepperY(stepsPerRevolution, 2,3,4,5);
Stepper myStepperX(stepsPerRevolution, 8,9,10,11);

// Variabel Global
struct point {
  float x;
  float y;
  float z;

```

```

};
// Posisi Aktuator dan Setting Penggambaran
struct point actuatorPos;
float StepInc = 1;
int StepDelay = 0;
int LineDelay = 50;
int penDelay = 50;

// Nilai Step per Milimeter
float StepsPerMillimeterX = 6;
float StepsPerMillimeterY = 6;

// Pendefinisian Parameter Sumbu Maksimum dan Minimum
float Xmin = 0;
float Xmax = 40;
float Ymin = 0;
float Ymax = 40;
float Zmin = 0;
float Zmax = 1;
// Letak Posisi Cursor
float Xpos = Xmin;
float Ypos = Ymin;
float Zpos = Zmax;

// Status Debug (true berjalan)
boolean verbose = false;

/*****
* void setup() - Initialisations
*****/
void setup() {
  // Set Baud Rate untuk Serial
  Serial.begin( 9600 );

```



```

// Keadaan Awal
penServo.attach(penServoPin);
penServo.write(penZUp);
delay(200);

// Kecepatan Stepper Motor
myStepperX.setSpeed(250);
myStepperY.setSpeed(250);

// Keterangan Posisi Kursor
Serial.println("Mini CNC Plotter alive and kicking!");
Serial.print("X range is from ");
Serial.print(Xmin);
Serial.print(" to ");
Serial.print(Xmax);
Serial.println(" mm.");
Serial.print("Y range is from ");
Serial.print(Ymin);
Serial.print(" to ");
Serial.print(Ymax);
Serial.println(" mm.");
}

/*****
* void loop() - Main loop
*****/

void loop()
{
  delay(200);
  char line[ LINE_BUFFER_LENGTH ];
  char c;
  int lineIndex;

```

```

bool lineIsComment, lineSemiColon;

lineIndex = 0;
lineSemiColon = false;
lineIsComment = false;

while (1) {
    while ( Serial.available()>0 ) {
        c = Serial.read();
        if (( c == '\n' ) || ( c == '\r' ) ) { // Akhir Baris
            if ( lineIndex > 0 ) { // Eksekusi
                line[ lineIndex ] = '\0'; // Mengakhiri String
                if (verbose) {
                    Serial.print( "Received : ");
                    Serial.println( line );
                }
                processIncomingLine( line, lineIndex );
                lineIndex = 0;
            }
            else {
                // Empty or comment line. Skip block.
            }
            lineIsComment = false;
            lineSemiColon = false;
            Serial.println("ok");
        }
        else {
            if ( (lineIsComment) || (lineSemiColon) ) { // Membuang Komentar
                if ( c == ')' ) lineIsComment = false; // Akhir Komentar
            }
            else {
                if ( c <= ' ' ) { // Membuang Spasi Putih
                }
            }
        }
    }
}

```



```

struct point newPos;

// Posisi Baru
newPos.x = 0.0;
newPos.y = 0.0;

// G1 Untuk Bergerak
// G4 P300
// G1 X60 Y30
// G1 X30 Y50
// M300 S30 (pen down)
// M300 S50 (pen up)

while( currentIndex < charNB ) {
    switch ( line[ currentIndex++ ] ) {
        case 'U':                // Pemanggilan Fungsi Pen Up
            penUp();
            break;
        case 'D':                // Pemanggilan Fungsi Pen Down
            penDown();
            break;
        case 'G':                // Interpretasi untuk Perintah 'G'
            buffer[0] = line[ currentIndex++ ];    // hanya bekerja dengan 2 digit command
            //   buffer[1] = line[ currentIndex++ ];
            //   buffer[2] = '\0';
            buffer[1] = '\0';

            switch ( atoi( buffer ) ){           // Memilih 'G' Command
                case 0:
                case 1:
                    // !\ Dirty - Suppose that X is before Y
                    char* indexX = strchr( line+currentIndex, 'X' ); // Mendapatkan posisi X/Y
                    char* indexY = strchr( line+currentIndex, 'Y' );

```

```

if ( indexY <= 0 ) {
    newPos.x = atof( indexX + 1);
    newPos.y = actuatorPos.y;
}
else if ( indexX <= 0 ) {
    newPos.y = atof( indexY + 1);
    newPos.x = actuatorPos.x;
}
else {
    newPos.y = atof( indexY + 1);
    indexY = '\0';
    newPos.x = atof( indexX + 1);
}
drawLine(newPos.x, newPos.y );
//    Serial.println("ok");
actuatorPos.x = newPos.x;
actuatorPos.y = newPos.y;
break;
}
break;
case 'M':                // Interpretasi untuk Perintah 'M'
    buffer[0] = line[ currentIndex++ ];    // hanya bekerja dengan 3 digit command
    buffer[1] = line[ currentIndex++ ];
    buffer[2] = line[ currentIndex++ ];
    buffer[3] = '\0';
    switch ( atoi( buffer ) ){
case 300:
    {
        char* indexS = strchr( line+currentIndex, 'S' );
        float Spos = atof( indexS + 1);
        //    Serial.println("ok");
        if (Spos == 30) {
            penDown();

```

```

    }
    if (Spos == 50) {
        penUp();
    }
    break;
}
case 114:
    Serial.print( "Absolute position : X = " );
    Serial.print( actuatorPos.x );
    Serial.print( " - Y = " );
    Serial.println( actuatorPos.y );
    break;
default:
    Serial.print( "Command not recognized : M");
    Serial.println( buffer );
}
}
}
}

/*****
* void drawLine
*****/
// Menggambar Garis dari (x0;y0) smapai (x1;y1).
// int (x1;y1) : Koordinat Awal
// int (x2;y2) : Koordinat Akhir

void drawLine(float x1, float y1) {

    if (verbose)
    {
        Serial.print("fx1, fy1: ");
        Serial.print(x1);

```

```
Serial.print(",");
Serial.print(y1);
Serial.println("");
}

// Limit Pemrosesan untuk sumbu X dan sumbu Y
if (x1 >= Xmax) {
    x1 = Xmax;
}
if (x1 <= Xmin) {
    x1 = Xmin;
}
if (y1 >= Ymax) {
    y1 = Ymax;
}
if (y1 <= Ymin) {
    y1 = Ymin;
}

if (verbose)
{
    Serial.print("Xpos, Ypos: ");
    Serial.print(Xpos);
    Serial.print(",");
    Serial.print(Ypos);
    Serial.println("");
}

if (verbose)
{
    Serial.print("x1, y1: ");
    Serial.print(x1);
    Serial.print(",");
```

```

Serial.print(y1);
Serial.println("");
}

// Konversi Koordinat ke dalam Step
x1 = (int)(x1*StepsPerMillimeterX);
y1 = (int)(y1*StepsPerMillimeterY);
float x0 = Xpos;
float y0 = Ypos;

// Perubahan Koordinat
long dx = abs(x1-x0);
long dy = abs(y1-y0);
int sx = x0<x1 ? StepInc : -StepInc;
int sy = y0<y1 ? StepInc : -StepInc;

long i;
long over = 0;

// Pemilihan Penggambaran antara Sumbu X dan Sumbu Y
if (dx > dy) {
  for (i=0; i<dx; ++i) {
    myStepperX.step(sx);
    over+=dy;
    if (over>=dx) {
      over-=dx;
      myStepperY.step(sy);
    }
    delay(StepDelay);
  }
}
else {
  for (i=0; i<dy; ++i) {

```



```
    myStepperY.step(sy);
    over+=dx;
    if (over>=dy) {
        over-=dy;
        myStepperX.step(sx);
    }
    delay(StepDelay);
}
}

if (verbose)
{
    Serial.print("dx, dy:");
    Serial.print(dx);
    Serial.print(",");
    Serial.print(dy);
    Serial.println("");
}

if (verbose)
{
    Serial.print("Going to (");
    Serial.print(x0);
    Serial.print(",");
    Serial.print(y0);
    Serial.println(")");
}

// Delay Sebelum Line Selanjutnya
delay(LineDelay);

// Perbarui Posisi
Xpos = x1;
```

```
Ypos = y1;
}

/*****
 * void penUp()
 *****/

void penUp() {
  penServo.write(penZUp);
  delay(LineDelay);
  Zpos=Zmax;      // Posisi Sumbu Z saat Naik
  if (verbose) {
    Serial.println("Pen up!");
  }
}

/*****
 * void penDown()
 *****/

void penDown() {
  penServo.write(penZDown);
  delay(LineDelay);
  Zpos=Zmin;      // Posisi Sumbu Z saat Turun
  if (verbose) {
    Serial.println("Pen down.");
  }
}
```

Lampiran 4

Desain berbentuk G-kode (bahasa Mesin)

G90

G0 X0 Y0

M5 S255

F500

G0 X88.909 Y11.5

M3

G1 X92.706 Y11.5

G1 X92.756 Y11.63

G1 X92.806 Y11.761

G1 X92.363 Y13.105

G1 X91.92 Y14.45

G1 X91.201 Y16.7

G1 X90.482 Y18.95

G1 X90.331 Y19.4

G1 X90.18 Y19.85

G1 X89.931 Y20.65

G1 X89.681 Y21.45

G1 X89.598 Y21.75

G1 X89.515 Y22.05

G1 X89.211 Y23.141

G1 X88.907 Y24.233

G1 X88.811 Y24.329

G1 X88.714 Y24.426

G1 X88.65 Y24.038

G1 X88.587 Y23.65

G1 X88.385 Y22.7

G1 X88.184 Y21.75

G1 X87.942 Y20.9

G1 X87.7 Y20.05

G1 X87.608 Y19.75

G1 X87.516 Y19.45

G1 X86.798 Y17.2

G1 X86.08 Y14.95

G1 X85.732 Y13.85

G1 X85.383 Y12.75

G1 X85.196 Y12.209

G1 X85.008 Y11.668

G1 X85.06 Y11.584

G1 X85.112 Y11.5

G1 X88.909 Y11.5

M5

G0 X80 Y0.403