

**RANCANG BANGUN MESIN CNC MINI PEN PLOTTER
DUA AXIS BERBASIS MIKROCONTROLLER ARDUINO UNO**

JURNAL TUGAS AKHIR

TICHAH ALGIFARI

NIM 013.16.003



**PROGRAM STUDI D4
TEKNOLOGI PENGELASN DAN FABRIKASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS**

2022

**RANCANG BANGUN MESIN CNC MINI PEN PLOTTER
DUA AXIS BERBASIS MIKROCONTROLLER ARDUINO UNO**

JURNAL TUGAS AKHIR

TICHAH ALGIFARI

NIM 013.16.003

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Pengelasan dan Fabrikasi



**PROGRAM STUDI D4
TEKNOLOGI PENGELASN DAN FABRIKASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN MESIN CNC MINI PEN PLOTTER
DUA AXIS BERBASIS MIKROCONTROLLER ARDUINO UNO**

JURNAL TUGAS AKHIR

TICHFAH ALGIFARI

013.16.003

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program Studi Teknik Pengelasan dan Fabrikasi

Menyetujui

Kota Deltamas, 26 September 2022

Pembimbing I,



Hanifadina, S. T., M. T

Pembimbing II,



Ely Aprilia, S.Si., M.Si

Mengetahui,

Kota Deltamas, 26 September 2022

Kepala Program Studi Teknik Pengelasan dan Fabrikasi

Institut Teknologi Sains Bandung

Dr. Eng. Asep Ridwan Setiawan

NIP. 198003242009121004

Abstrak

Perkembangan teknologi sudah semakin maju khususnya di dunia industri manufaktur telah menggunakan mesin otomatis berbasis komputer yang dikenal sebagai Mesin Computer Numerical Control (CNC), harga mesin CNC sangat mahal dan mesin CNC mini pen plotter dapat menjadi usaha baru, oleh karena itu dirancanglah mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno. Mencari jurnal-jurnal yang dapat membantu penelitian rancang bangun mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno. Dalam pembuatan mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno sangat penting untuk membuat gambar 2D dan 3D, arduino uno sebagai mikrokontroler, dan DVD rom sebagai motor stepper serta motor servo, sistem mekanik pen plotter menggunakan karet gelang. CNC mini pen plotter mampu menghasilkan gambar sederhana hingga gambar yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Pengujian CNC mini pen plotter terbagi menjadi tiga tingkatan yaitu, tingkat kesulitan rendah, tingkat kesulitan medium dan tingkat kesulitan tinggi, dan mendapatkan hasil yang sesuai dan mampu mengikuti perintah yang di tentukan.

Keywords: Rancang bangun mesin CNC mini pen plotter, mikrokontroler, motor stepper

Abstract

Technological developments have become increasingly advanced, especially in the world of the manufacturing industry has used computer-based automatic machines known as Computer Numerical Control (CNC) Machines. But the price of CNC machines is very expensive and CNC mini pen plotter machines can be a new venture, therefore designed CNC mini pen plotter machines are based on Arduino Uno microcontrollers. The research method used is a literature study, namely looking for journals that can help research the design of a Mini Pen Plotter CNC machine based on an Arduino Uno microcontroller. After conducting research and development on the Design and Build of a Two-Axis Mini Pen Plotter CNC Machine Based on the Arduino Uno Microcontroller, results were obtained, including dimensions of 23.5 cm in length and 12.5 cm in width can produce an image of 3.8 cm x 3.8 cm with a maximum pen plotter height of 2 mm, the height of this Mini Pen Plotter CNC machine is 12.5 cm using a wooden frame. The test results are mechanically 100% working according to the specified commands and can follow the specified commands. Of the three image tests, they have different completion times according to the difficulty (number of lines on the drawing) of each test

Keywords : Design and build CNC mini pen plotter machine, microcontroller, stepper motor.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi sudah semakin maju khususnya di dunia industri manufaktur telah menggunakan mesin otomatis berbasis komputer yang dikenal sebagai Mesin Computer Numerical Control (CNC). M.A. saat ini Indonesia sudah terkenal di dunia sebagai produsen barang berkualitas namun belum dibarengi dengan teknologi produksi yang tinggi seperti CNC. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya barang yang beredar merupakan hasil pekerjaan tangan atau hand made. Hasil survey awal penelitian tentang pembuatan produk industri kreatif Indonesia dengan peralatan manual yang memungkinkan dikerjakan dengan CNC. Pengerjaan produk dengan cara manual memang memungkinkan, saat hanya menghasilkan dengan produk yang sedikit. Pengrajin sangat kesulitan jika mendapat pesanan seragam dengan jumlah yang banyak. Hasil yang didapat tidak akan sama dengan kecepatan produksi dibatasi oleh lelahnya pengrajin. Alasan tersebut memperkuat dibutuhkan CNC, karena dengan CNC hasil produk dan kecepatan produksi dapat konsisten [1].

Mesin CNC merupakan suatu mesin yang dikontrol melalui komputer dengan menggunakan bahasa numerik atau perintah data dengan kode angka, huruf,

dan symbol. Pembuatan mesin CNC sangatlah mahal, namun dengan biaya yang lebih hemat Arduino dapat menjadi solusi dalam membuat mesin CNC yang dapat dikontrol melalui komputer secara real-time. Dengan adanya mesin CNC dapat membuka usaha baru seperti membuat ukiran, memotong akrilik, printer 3D dst [2]. Dalam industri skala rumahan, mesin Computer Numerical Control (CNC) dan Mikrokontroler dapat sangat membantu untuk menghasilkan produk, seperti label, stiker dan lain sebagainya, namun karena harga yang tinggi dan pengoperasiannya yang sulit, diperlukan alat atau mesin yang sederhana dan dengan harga yang lebih rendah [3].

1.2. Batasan Masalah

Masalah penelitian ini dibatasi terhadap lingkup penelitian yang hanya dilakukan dengan Motor Stepper yang dibuat dua arah dan proses pendesainan alat dengan menggunakan software FreeCAD yang dijalankan menggunakan Software proterface. Lalu mesin CNC mini pen plotternya menggunakan bahan material kertas dan membahas biaya pada saat penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. CNC plotter

Mesin CNC adalah mesin yang proses pengoperasiannya dikendalikan oleh sistem

kontrol numerik yaitu proses pengontrolan yang dilakukan dengan komputer yang menggunakan kode-kode berupa huruf dan angka. Mesin CNC terdiri dari tiga bagian utama yaitu, komputer sebagai pemberi perintah, sistem kontrol sebagai pemroses perintah dan aktuator sebagai pengeksekusi perintah dalam bentuk gerak pahat. Dibandingkan dengan mesin konvensional, mesin CNC memiliki kelebihan seperti mampu bekerja secara otomatis, memiliki ketelitian yang tinggi serta kepresisian yang sangat baik. [4].

Plotter adalah salah satu bagian terpenting pada CNC untuk menghasilkan output berupa gambar, plotter adalah grafis yang menggambar dengan menggunakan pena-pana tinta, plotter juga merupakan perangkat output pertama yang mampu mencetak gambar sebesar gambar arsitek dan teknik. Plotter merupakan jenis printer yang dirancang khusus untuk menghasilkan output komputer yang berupa gambar. Ada beberapa jenis plotter salah satunya yaitu plotter pena yang memiliki satu atau sejumlah pena berwarna untuk menggambar pada kertas atau plastik transparan dan membuat keluaran dalam bentuk garis [5].

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program di dalamnya [6]. Mikrokontroler

merupakan komponen utama atau biasa disebut juga sebagai otak yang berfungsi sebagai pengatur pergerakan motor (Motor Driver) dan pengolah data yang dihasilkan oleh komparator sebagai bentuk keluaran dari sensor” Mikrokontroler merupakan sebuah processor yang digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan computer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer. Dalam pembuatan mesin CNC mini plotter ini penulis menggunakan mikrokontroler arduino uno [7].

2.3. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, variabel resistor atau

potensiometer dan suatu rangkaian kontrol.[8]

2.4. Motor Driver Shield L293D

Motor driver shield L293D yang terdapat pada motor driver shield adalah IC yang dirancang secara khusus sebagai pengendali motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian mikrokontroler. Motor DC yang dikendalikan dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena didalam sistem driver L293D yang digunakan adalah totem pool. Dalam satu buah IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri-sendiri. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC.[9]

2.5. Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik.[10]

2.5.1. Motor stepper Hybrid

Bernama motor stepper hybrid karena mereka menggunakan kombinasi magnet permanen (PM) dan teknik Variable reluctance (VR) untuk mencapai daya maksimum dalam paket ukuran kecil, dan

harga motor stepper ini lebih mahal daripada motor PM. Motor stepper hybrid memiliki kombinasi sifat terbaik dari keengganan variabel dan steppers magnet permanen, sehingga mereka lebih mahal daripada motor PM. Jenis motor stepper hybrid memberikan kinerja yang lebih baik sehubungan dengan tingkat resolusi, torsi dan kecepatan. Rotor dari stepper hybrid adalah multi-bergigi seperti steppers variable reluctance (VR) dan berisi magnet konsentris aksial di sekitar poros nya.

2.5.2. Motor Stepper Permanen Magnet

Motor stepper permanent magnet menggunakan magnet permanen (PM) di rotor dan beroperasi pada tarikan atau tolakan antara rotor magnet permanen (PM) dan stator elektromagnet. Rotor tidak lagi memiliki gigi seperti dengan motor VR. Sebaliknya rotor adalah magnet dengan alternating north dan kutub selatan yang terletak di garis lurus, sejajar dengan poros rotor. Kutub magnet rotor ini memberikan sebuah peningkatan intensitas fluks magnetik dan karena itu motor PM menunjukkan peningkatan karakteristik pada torsi lebih dari stepper jenis reluctance.

2.5.3. Motor stepper Variable Reluctance (VR)

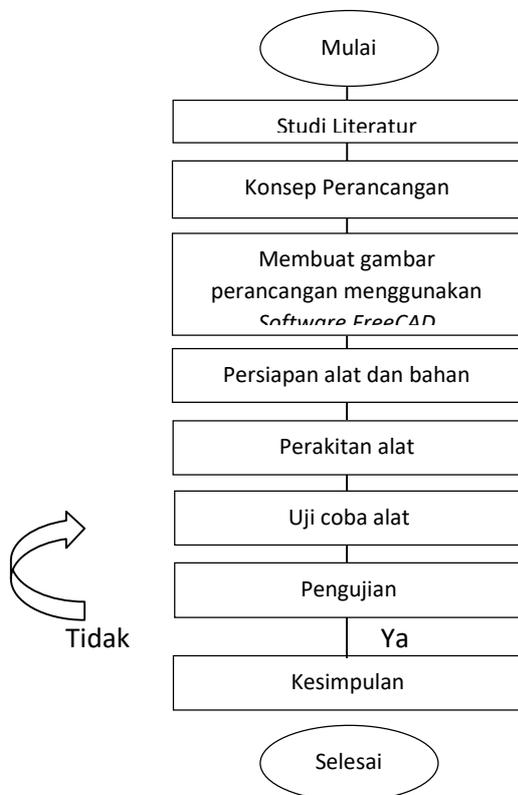
Motor stepper jenis Variable reluctance (VR) merupakan jenis stepper yang paling sederhana dari, terdiri dari rotor besi lunak multi-bergigi dan wound strator. Ketika

motor DC diterapkan ke gulungan stator, kutub menjadi me-magnetkan. Rotasi terjadi ketika gigi rotor tertarik ke kutub stator yang menimbulkan energi. Karena magnet dari motor stepper variable reluctance lebih kecil dan lebih ringan daripada motor stepper permanent magnet, mereka bergerak lebih cepat. Semakin kecil daerah antara rotor dan gigi stator dari motor stepper jenis variable reluctance (VR), gaya magnet menjadi berkurang.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir

Diagram alir penelitian ditunjukkan sesuai Gambar 1.



Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah Studi literatur yaitu

pencarian jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan, kemudian melakukan konsep perancangan untuk meminimalisir kesalahan dalam proses perancangan, selanjutnya membuat gambar perancangan dengan menggunakan Software FreeCAD untuk membuat desain gambar dari tiap-tiap komponen pada mesin CNC mini pen plotter, berikutnya menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan, kemudian dilakukan perakitan alat agar terpasang menjadi satu kesatuan mesin CNC mini pen plotter. Lalu tahap uji coba dilakukan bertujuan untuk melihat apakah mesin CNC mini pen plotter ini sudah sesuai dan layak dari segala aspek baik konsep maupun desain, dan dilakukan tahap pengujian yang meliputi gerak plotter, menggambar 3D, dan menggambar komponen lainnya, tahap terakhir adalah kesimpulan yang berisikan tentang hasil dan pembahasan pengujian yang sudah dilakukan pada mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler Arduino uno.

3.2. Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler Arduino uno, alat dan bahan ditunjukkan pada table berikut :

Tabel 1. Tabel Komponen

No	Komponen	Jumlah / Unit	Keterangan
----	----------	---------------	------------

1	Dvd room / motor stepper	2	Mikro motor stepper
2	Arduino uno dan kabel USB	1	-
3	Motor servo	1	Tower pro SG90
4	Module driver	1	Motor Driver Shield L293D
5	Baut dan mur	4	30 mm x 10 cm dan 8 mm x 10 cm
6	Ring	8	Ring untuk baut 8 mm dan baut 30 mm
7	Roofing	4	7 cm
8	Pen	1	Tinta hitam
9	Akrilik 9x9cm	1	9,5 cm x 11,5 cm tebal 2 mm
10	Kabel pelangi serabut	40	10 cm male to male
11	Adaptor	1	5 Volt
12	Dynabol	8	M10 dan M12
13	Papan kayu	1	100 cm x 30 cm

Tabel 2. Tabel Alat

4. PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 Perancangan CNC mini pen plotter

Perancangan CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler Arduino uno ini dilakukan berdasarkan desain software FreeCAD dimana membuat desain 2D terlebih dahulu agar CNC mini pen plotter dapat terpasang secara presisi dengan dimensi yang ditentukan. Selanjutnya membuat desain 3D untuk mengetahui gerak kerja dari

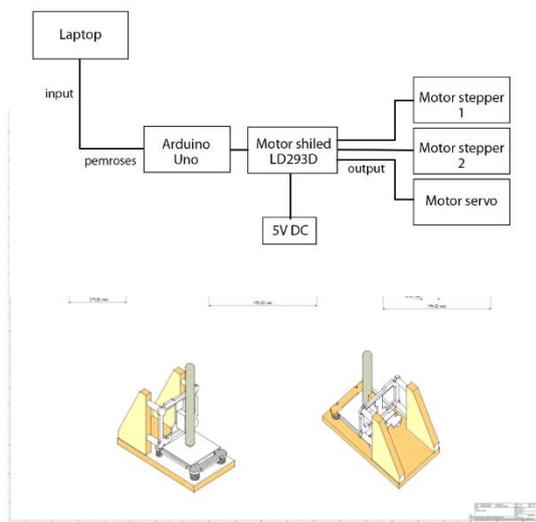
masing-masing komponen sebelum membuat dalam bentuk nyata, Desain ini mendasar pada dimensi dan tingkat presisi masing-masing sisi sehingga hal ini dapat mengurangi kesalahan dan meminimalisir

No	Nama	Keterangan
1	Gerinda	1 Unit
2	Bor elektrik	1 Unit
3	Lem tembak (Glue gun stick)	1 Unit
4	Gergaji tangan	1 Unit
5	Obeng set	1 Unit
6	Penggaris siku	1 Unit
7	Bor tangan	1 Unit

biaya produksi.

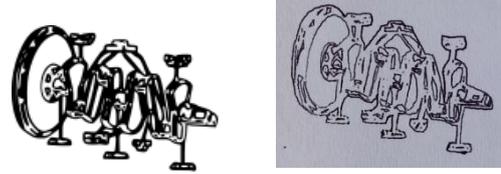
Gambar 1. Desain Dimensi CNC mini Pen Plotter

Perancangan CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler Arduino uno menggunakan perintah software pronterface yang di teruskan oleh mikrokontroler sehingga motor stepper bergerak ke arah yang



ditentukan, motor stepper bergerak kemudian menggerakkan masing-masing plotter yang terhubung oleh meja dan pen plotter. Sistem mekanik dari pen plotter diawali dari pergerakan motor servo naik dan turun yang dimana pen tertahan oleh karet gelang dibagian ujung ekor pen yang nantinya ketika motor servo bergerak naik dan turun maka dengan segera pen akan kembali turun dengan cepat sesuai arah gerak motor servo yang sudah ditentukan. Sebelum melakukan proses perkabelan agar rangkaian satu dan yang lain terhubung atau terkoneksi sehingga menjadi mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler

2. Poros engkol



3. Roda gigi



Arduino uno.

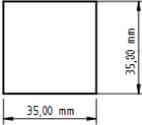
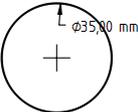
Gambar 2. Blok diagram rangkaian Alat ini digunakan digunakan untuk menggambar otomatis yang menghasilkan gambar yang presisi dan mirip dengan gambar yang asli. Laptop sebagai komponen pertama yang digunakan sebagai pembuat dan pengelolah data dalam bentuk gambar yang nanti akan diterjemahkan ke dalam Bahasa G-code kemudian di transfer ke mikrokontroler yaitu Arduino uno melalui kabel USB untuk pemroses data, selanjutnya data yang dihasilkan mikrokontroler dioutputkan ke dua motor stepper dan motor servo yang harus melalui motor driver yang sudah terhubung dengan adaptor 5V DC terlebih dahulu yaitu LD293D motor shiled. Motor stepper 1 digunakan sebagai penggerak akrilik meja kerja untuk maju dan mundur dan stepper 2 digunakan sebagai penggerak pen plotter kanan dan kekiri. Motor servo digunakan

sebagai penggerak pena keatas dan kebawah.

4.2. Hasil Pengujian Alat

4.2.1. Pengujian gambar sederhana (tingkat kesulitan rendah)

Tabel 3. Hasil pengujian gambar sederhana

No	Gambar	Pengujian (mm)					
		1		2		3	
		H	V	H	V	H	V
1.		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
2.		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
3.		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

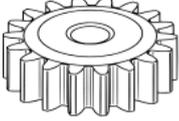
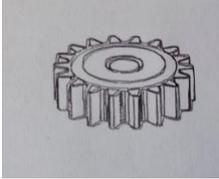
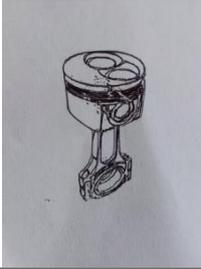
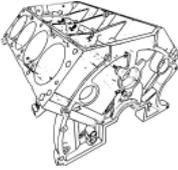
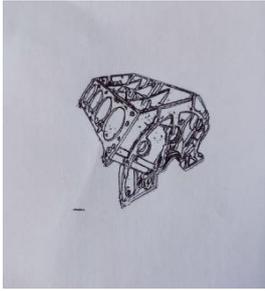
4.2.2. Pengujian gambar 2D (tingkat kesulitan medium)

Tabel 4. Hasil pengujian gambar part mesin

No	Gambar	Hasil
1.		

4.2.3. Pengujian gambar 3D (tingkat kesulitan tinggi)

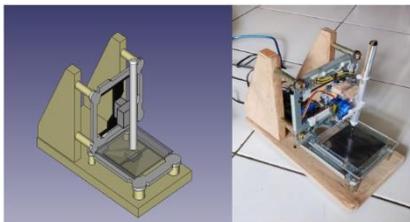
Tabel 5. Hasil pengujian gambar 3D

No	Gambar	Hasil
1.		
2.		
3.		

4.3. Pembahasan

Pada penelitian ini mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno berhasil dibangun. Hal ini dapat dilihat dari gambar 3, gambar rancangan menggunakan software FreeCAD berhasil dibangun dalam bentuk nyata sesuai dengan dimensi dan komponen yang sudah di rancang dan untuk seluruh gambar perancangan dirancang sesuai dengan bentuk dan dimensi motor stepper serta arduino uno. Komponen utama dari alat ini terbagi menjadi 3 komponen yaitu, laptop sebagai pemberi perintah berupa G-code (input), arduino uno dan motor shield LD293D sebagai penerjemah perintah (pemroses), motor stepper dan motor servo sebagai

akuator untuk mengeksekusi perintah (output) dan adaptor 5V DC sebagai pemasok daya listrik, dan komponen pendukung terdiri dari dudukan bawah motor stepper, dudukan atas motor stepper dan dudukan pen plotter yang berhasil dibangun. Perakitan mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler pertamakali dilakukan pada software FreeCAD kemudian dibangun dalam bentuk nyata, kemudian alat yang digunakan pada perakitan terdiri dari bor elektrik, obeng set, gerinda, bor listrik, lem tembak, gergaji tangan, dan penggaris siku. Alat yang digunakan dapat diganti menggunakan alat sederhana seperti kunci pas dan bor kayu manual. Pada perakitan mesin CNC mini pen plotter terdapat kendala pada saat pemasangan dudukan pen plotter karena as pada motor stepper yang tidak rata mengakibatkan perakitan menjadi terhambat. Perakitan mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno berhasil dilakukan, hasil perakitan dapat



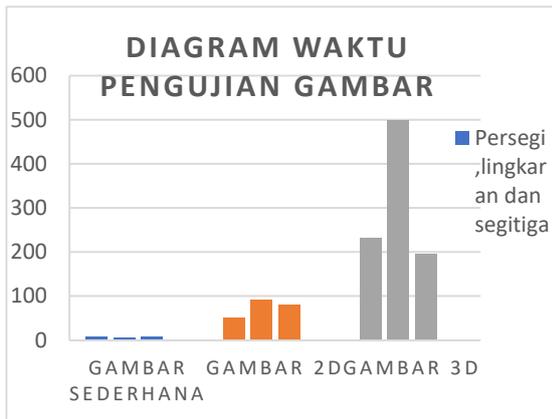
dilihat pada gambar 3.

Gambar 3. Rancangan dan hasil perakitan mesin CNC mini pen plotter

Pengujian mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno menggunakan kertas hvs dan pengujian dibagi menjadi tiga tingkatan, yang pertama tingkat kesulitan mudah menggunakan gambar sederhana yaitu persegi, lingkaran dan segitiga kemudian tingkat kedua yaitu tingkatan kesulitan medium dengan pengujian gambar 2D dari part mesin yaitu gambar piston, poros engkol dan roda gigi,

dan pengujian gambar 3D merupakan tingkatan kesulitan tinggi yang mencakup gambar roda gigi, piston dan blok mesin. Dari ketiga hasil pengujian didapatkan hasil yang memuaskan, dimana mesin CNC mini pen plotter mampu menghasilkan gambar yang sangat mirip dan sesuai dengan gambar pengujian, dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa mesin CNC mini pen plotter sudah berhasil dan sesuai yang diharapkan oleh penulis.

Pada hasil pengujian mesin CNC mini pen plotter waktu menggambar dari tiap tingkat kesulitan gambar berbeda yang diaman pada gambar tingkat rendah waktu yang diperlukan untuk menggambar hanya memerlukan waktu kurang < 1 menit dan untuk tingkat kesulitan medium memerlukan waktu 1-2 menit dan untuk tingkat kesulitan tinggi memerlukan waktu 3-4 menit, dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat kesulitan gambar (jumlah garis banyak) maka akan semakin lama proses menggambar pada mesin CNC mini pen plotter berbasis arduino uno dan jika tingkat kesulitan gambar rendah (jumlah garis sedikit) maka proses menggambar akan lebih cepat, seperti yang terlihat pada grafik 1.



Grafik 1 Waktu pengujian masing-masing gambar

4.4 Biaya penelitian

Dalam pembuatan mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno memerlukan biaya untuk membuatnya. Berikut ini adalah komponen yang dibutuhkan dan total biaya dari masing-masing komponen, yaitu:

Dalam perancangan mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno memerlukan total biaya sebesar Rp.307.000 yang dimana biaya tersebut masih sangat

No	Komponen	Jumlah / Unit	Keterangan	Harga
1	Dvd room / motor stepper	2	Mikro motor stepper	Rp. 80.000
2	Arduino uno dan kabel USB	1	-	Rp. 90.000
3	Motor servo	1	Tower pro SG90	Rp. 17.000

terjangkau untuk membuat mesin CNC mini sebagai usaha baru dan untuk

4	Module driver	1	Motor Driver Shield L293D	Rp. 25.000
5	Baut dan mur	4	30 mm x 10 cm dan 8 mm x 10 cm	Rp. 8.000
6	Ring	8	Ring untuk baut 8 mm dan baut 30 mm	Rp. 3.000
7	Roofing	4	7 cm	Rp. 2.000
8	Pen	1	Tinta hitam	Rp. 2.000
9	Akrilik	1	9,5 cm x 11,5 cm tebal 2 mm	Rp. 8.000
10	Kabel pelangi serabut	40	10 cm male to male	Rp. 10.000
11	Adaptor	1	5 Volt	Rp. 22.000
12	Dynabol	8	M10 dan M12	Rp. 20.000
13	Papan kayu	1	100 cm x 30 cm	Rp. 20.000
			Total biaya	Rp.307.000

perakitan alat memerlukan waktu 35 menit yang dimana jika mesin CNC mini pen plotter ini dijadikan usaha maka sangat ekonomis dan efisien.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis mengenai mesin CNC mini pen plotter menggunakan mikrokontroler Arduino uno, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan mesin CNC mini pen

plotter berbasis mikrokontroler arduino uno dalam bentuk 2D dan 3D sangat penting sebelum pembuatan alat dan untuk mengetahui alat secara keseluruhan agar mendapatkan hasil yang presisi.

2. CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler Arduino uno ini mampu menghasilkan gambar 3,8 cm x 3,8 cm dengan ketinggian pen plotter maksimal 2 mm dan mampu menghasilkan gambar sederhana hingga gambar yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi.
3. Pengujian CNC mini pen plotter diketahui untuk garis vertikal, horizontal dan dimensi sudah sesuai perintah, hasil pengujian secara mekanis 100% bekerja sesuai perintah yang ditentukan. Untuk pengujian gambar 3D dari ketiga media gambar roda gigi, piston dan blok mesin dengan hasil sangat mendekati bentuk yang diperintahkan ketiganya memiliki hasil yang memuaskan, kemudian untuk pengujian gambar 2D dari ketiga media gambar piston, poros engkol, dan roda gigi masing-masing hasil gambar sangat sesuai dengan bentuk yang diperintahkan, dari hasil pengujian CNC mini pen plotter mampu bekerja sesuai dengan apa yang di perintahkan. Dari ketiga pengujian gambar, memiliki waktu

penyelesain yang berbeda sesuai dengan tingkat kesulitan (jumlah garis pada gambar) dari masing-masing gambar pengujian.

4. Total biaya yang dibutuhkan untuk membuat mesin CNC mini pen plotter berbasis mikrokontroler arduino uno adalah Rp. 307.000.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Desain rancangan dudukan motor stepper sebaiknya menggunakan material besi agar konstruksi lebih awet dan kuat.
2. Plotter yang digunakan dapat diganti menggunakan laser ataupun 3D printing agar dapat digunakan pada proses manufaktur skala industri.
3. Motor stepper yang digunakan sebaiknya menggunakan motor stepper dengan media kerja yang lebih luar agar menghasilkan media gambar yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munadi,dkk, April 2018. Rancang-Bangun Prototipe Mesin CNC Laser Engraving Dua Sumbu Menggunakan Diode Laser, Departemen Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Jane. (2009). CNC (Computer Numericaly Controlled).

<http://jane.blog.uns.ac.id/2009/08/21/cnc-computer-numerically-controlled/>.

[3] Nugroho, A. B., Auliq, M. A., dan Alrasyid, M. Z. (2020). Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (Computer Numerical Control) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (Statistical Quality Control). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 2(2), 75– 86.

[4] Sudarno, September 2016. Rancang Bangun Mesin CNC Router Berbasis Arduino -, *POLITEKNOSAINS*, Vol. XV, No 2, ISSN 1829-6181. Diakses 20 agustus 2019.

[5] Michalis, V. 2015. Mini CNC Plotter – Arduino Based, <http://www.Instructables.com/id/Mini-CNC-Plotter-Arduino-Based> diakses 2 juli 2019.

[6] Kadir, A. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

[7] Daniel Pangaribuan, Daniel Siregar, dkk, 2016. Rancang Bangun Mesin CNC Plotter Berbasis Mikrokontroler ATMEL 2560 Dan Stepper Kontroler Allegro 4988, *Jurnal, Politeknik Negeri, Medan*

[8] Trikueni Dermanto. 2014. *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*.

<http://trikueni-desainsistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>

[9] I. Syukran H., Syafri, A. Prayitno. 2017. Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System, *JOM FTEKNIK*, Vol. 4, No. 2, 1-8. Diakses 20 agustus 2019.

[10] Syahrul, 2011. *Motor Stepper: Teknologi, Metoda, Dan Rangkaian Kontrol*, jurnal.unikom.ac.id

