

Rancang Bangun Mesin CNC 2 Axis Sebagai Mesin Laser Engraving Menggunakan Laser Dioda Pada Media Kayu, akrilik dan tripleks

Maulana Rosadi¹, Nur Fausiah Inna², Nanang Roni Wibowo³, Ishak⁴

^{1,2,3,4} Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa

^{1,2,3,4}Jl. Kapasa raya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan

E-mail : nurfausiahinna2@gmail.com¹, maulanaganteng@gmail.com².

Abstrak

Penggunaan Robot dengan sistem otomatis telah mengambil alih peran manusia yang masih dominan di dunia industri. Oleh karena itu masyarakat di industri 4.0 ini ingin hal yang cepat dan praktis dengan kualitas bagus dalam menghasilkan sebuah produk, maka diperlukan dukungan dan ketersediaan peralatan pendukung kinerja di industri 4.0, antara lain mesin CNC (Computer Numerical Control). Dalam perancangan sistem kendali digunakan dua buah Stepper Motor Nema 23 yang berfungsi untuk menggerakkan sumbu x dan y, laser menggunakan jenis laser dioda 2,5 watt, benda kerja yang mampu dikerjakan berdimensi 800 x 1000 mm. Tujuan pembuatan mesin CNC 2 axis sebagai mesin laser engraving menggunakan laser dioda adalah agar dapat mengefisienkan proses pengerjaan pada saat gravir, sebagai alat bantu untuk proses *manufacturing* atau produksi, pembuatan mesin CNC 2 axis ini juga dibuat sebagai alat praktikum untuk mahasiswa Politeknik Bosowa. Metode yang digunakan adalah eksperimental. Hasil yang diperoleh pergerakan axis setiap 1/5 putaran hanya mengalami pergerakan 1mm, waktu yang dibutuhkan setiap pergerakan axis dalam satu 1cm berbeda –beda, diperlukan kalibrasi menggunakan dial untuk mendapatkan ketelitian yang lebih optimal, berdasarkan uji actual pengaturan driver motor stepper dengan microstep 8, pulse/rev 1600 dan waktu putaran 2.68sec menghasilkan gerak motor yang stabil dengan kecepatan normal, Pengujian pemakanan laser pada benda kerja kayu dan tripleks agar mendapatkan hasil pengukiran yang yang bagus yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 1000 mm/min dan daya 1500. Sedangkan untuk benda kerja akrilik yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 125 mm/min dan daya 1500. Pengujian daya dan pemakanan laser untuk gravir pada kayu yaitu dengan kecepatan gravir 1000 mm/min, daya 500-1000 dengan pemakanan 1-2 line/mm yaitu hasil yang diperoleh bagus.

Kata Kunci: engraving, Laser, CNC, dioda

I. PENDAHULUAN

Penggunaan Robot dengan sistem otomatis telah mengambil alih peran manusia yang masih dominan di dunia industri. Oleh karena itu masyarakat di industri 4.0 ini ingin hal yang cepat dan praktis dengan kualitas bagus dalam menghasilkan sebuah produk, maka diperlukan dukungan dan ketersediaan peralatan pendukung kinerja di industri *modern*, antara lain mesin CNC (Computer Numerical Control) [8].

Pemanfaatan CNC engraving digunakan untuk membuat suatu produk dengan cara menggores, atau mengukir sebuah material. Proses pembuatan engraving secara otomatis ini bertujuan agar hasil dari proses pengerjaan benda kerja lebih detail. Keunggulan mesin CNC laser engraving dibanding teknologi manufaktur lainnya yaitu karena dapat menerima data langsung dari komputer, sehingga otomatis penggoresan berjalan dengan baik [8].

Pada proses gravir dengan menggunakan laser diperlukan adanya parameter yang tepat pada sistem control untuk menjalankan mesin laser engraving agar dapat beroperasi dengan baik dan benar. Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya kombinasi pada proses gravir antara jenis laser, daya laser, kecepatan laser, dan jarak fokus dengan benda kerja [7].

Berdasarkan permasalahan diatas dikembangkan alat praktikum berupa mesin CNC laser agar dapat mengefisienkan proses pengerjaan pada saat gravir, pembuatan mesin CNC 2 axis ini juga dibuat sebagai alat praktikum untuk mahasiswa Politeknik Bosowa

II. LANDASAN TEORI

1. Laser Dioda

Laser diode hanyalah salah satu jenis perangkat atau teknologi yang dapat menghasilkan sinar laser. Jenis lainnya yang dapat menghasilkan

sinar laser di antaranya adalah *Solid State Laser*, *Gas Gas*, *Chemical Laser* dan *Dye Laser* Pada dasarnya, laser diode hampir sama dengan lampu LED yaitu dapat mengkonversi energi listrik menjadi energi cahaya, namun laser diode dapat menghasilkan sinar cahaya atau *beam* dengan intensitas yang lebih tinggi. Berdasarkan cara kerjanya, laser diode dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Injection Laser Diode (ILD)* dan *Optically Pumped Semiconductor Laser* [8]. Spesifikasi laser diode yang digunakan pada sistem kontrol mesin gravir laser ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi laser diode [9]

Spesifikasi laser dioda		
	Heatsink Material	Aluminium
	Output Power	2,500 mW (2.5W)
	Wavelength	450 nm
	Voltage	DC 24 V
	Current	5A
	Beam Shape	Dot (Focusable)
	Life time	10,000 hour
	Working Temperature	-10 ~ +40 C

2. Motor stepper

Motor Stepper adalah seperangkat alat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis. Pemilihan *motor stepper* sebagai aktuator atau penggerak dilakukan karena motor tersebut dapat dikendalikan dengan cukup mudah dan memiliki ketelitian yang tinggi [8].

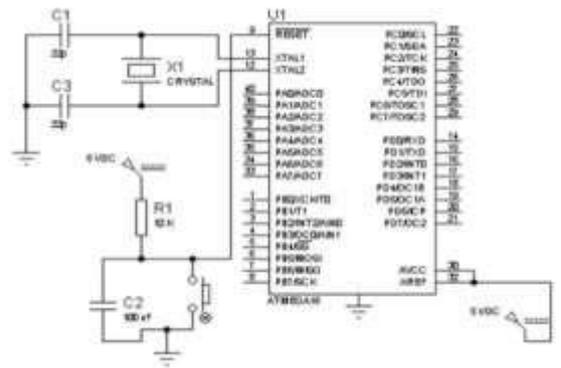
Motor stepper sebagai penggerak sumbu X dan Y [1], adapun motor yang akan digunakan pada rancang bangun mesin gravir laser ini adalah sebagaimana diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi motor stepper

Spesifikasi motor sepper		
	Model Number	EC0002-86
	Item	Nema 23
	Sha ft size	1/4
	Step angle	1.8
	Holding terque	2.45N
	Reted voltage	3.6 V
	Reted current	4A

3. Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega328

Sistem minimum mikrokontroler ini memiliki pendukung input/output yang programmable dan RAM yang On-Chip. Sismin ini dapat dibuat sangat fleksibel tergantung aplikasi yang akan dibuat. Pada umumnya, suatu mikrokontroler membutuhkan dua elemen (selain power supply) untuk berfungsi: Kristal Oscillator (XTAL), dan Rangkaian RESET, 2 elemen tersebut merupakan syarat utama terbentuknya Sismin [11]. Rangkaian sistem minimum ATmega328 ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian sismin [11].

4. Driver Motor

Driver Motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan *controller* dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator. Dalam perancangan elemen kontrol ini *motor driver* yang akan digunakan adalah *Board TB6560* untuk mesin CNC 2 axis. *Driver motor stepper* juga memiliki beberapa *port* yang nantinya terhubung ke masing-masing *port* seperti *input signal*, *motor stepper*, *driver switch setting*, *DC power supply* [3].



Gambar 2. Driver motor [3].

5. Power Supply

Power supply merupakan perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan arus searah bagi CNC laser seperti untuk sumber daya *motor stepper* dan laser. Fungsi dasar dari *power supply* adalah merubah tegangan arus

bolak balik menjadi arus searah. Daya yang dihasilkan oleh *power supply* ini dijaga konstan agar memberikan suplai yang optimal bagi *motor* dan laser [6].



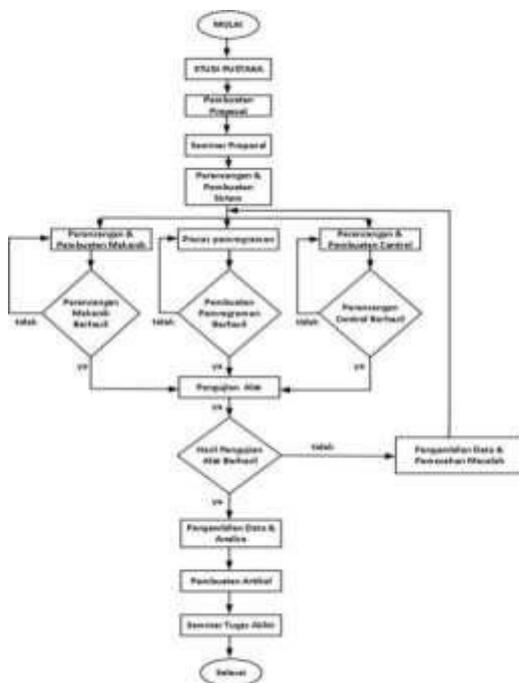
Gambar 3. *Power Supply* [5].

III.METODE

Penelitian dan pengerjaan alat dilaksanakan di workshop kampus Politeknik Bosowa maupun di lokasi luar kampus Politeknik Bosowa, terhitung dari bulan Maaret 2020 hingga bulan Juli 2020.

1. Metode penelitian

Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan diagram alir seperti berikut:



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian dimulai dari studi pustaka dengan mengumpulkan referensi-referensi yang berhubungan dengan masalah yang mrenjadi objek penelitian, informasi ini atau referensi ini

didapatkan dari karya ilmiah dan internet yang berhubungan dengan objek yang diteliti.

Setelah melakukan studi pustaka maka langkah selanjutnya yaitu perancangan dan pembuatan sistem, pada perancangan sistem software yang digunakan adalah solidworks untuk perancangan mekanik sedangkan untuk perancangan elektronik memakai software diptrace, proteus. Setelah itu dilakukan pembuatan sistem mekanik, elektrik dan proses pembuatan programnya, lalu dilakukan pengujian terhadap alat yang dibuat. Jika pengujian alat berhasil maka dilakukan pengambilan data jika tidak dilakukan pemecahan masalah serta pengambil ulang data.

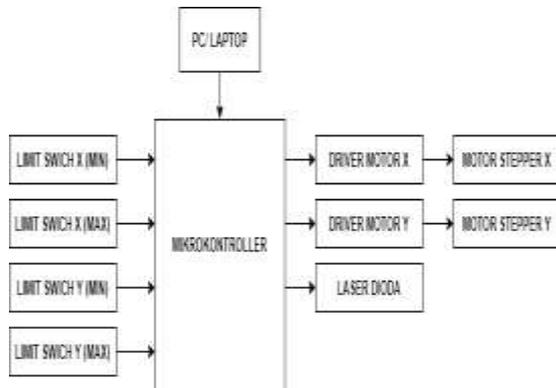
Adapun bahan-bahan yang digunakan untuk membuat mesin CNC 2 axis sebagai mesin laser engraving menggunakan laser diode yaitu besi hollow, aluminium plat, motor stepper nema 23, driver motor nema 23, lead screw, laser dioda, coupling, linier shaft, ball screw, linier bearing, baut, bracket corner, elektroda, mur, serta cat dan kelengkapannya, sedangkan peralatan yang digunakan adalah mesin welding, mesin gerinda, mesin bor, alat-alat ukur, dan kunci pas.

2. Prosedur pengambilan data

Pada tahap pengambilan data yang dilakukan berdasarkan prosedur sebagai berikut:

- a. Menganalisis motor stepper nema driver motor dengan menggunakan microstep pada driver motor.
- b. Menganalisis aktuator terhadap gerak linier sumbu X dan sumbu Y dengan menghubungkan ke software Arduino dan GRBL.
- c. Menganalisis system minimum dengan menggunakan software Arduino yang dihubungkan dengan downloader.
- d. Pengujian pemakanan laser pada benda kerja kayu
- e. Pengujian jarak dari benda kerja pada laser
- f. Pengujian daya dan pemakanan laser untuk gravir.
- g. Menganalisis data dari hasil pengujian yang dilakukan.

3. Diagram blok sistem



Gambar 5. Diagram blok sistem

Dari gambar diagram blok sistem diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari komponen yang terdapat pada mesin CNC laser engraving sebagai berikut:

Limit swich berfungsi sebagai batas minimum atau maximum pergerakan motor.

Microcontroller berfungsi sebagai sebagai otak atau pusat pengola data.

PC/ laptop berfungsi sebagai kontroler melalui software yang digunakan untuk menjalankan mesin secara otomatis.

Driver motor berfungsi untuk mengendalikan pergerakan motor stepper.

Motor sepper berfungsi sebagai penggerak actual terhadap axis pada mesin itu sendiri

Laser dioda berfungsi sebagai alat yang dapat mengukir material ataupun benda kerja tertentu.

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil controller

a. Microkontroller

Microcontroller berbasis ATmega 328 sebagai alat tempat menyimpan data atau tempat

pengolahan data.



Gambar 6. Sismin

2. Rancangan hasil karya mekanik



Gambar 7. Hasil dari mekanik

3. Data hasil percobaan

Menjelaskan mengenai hasil dari metode pengujian pada alat yang dibuat :

- a. Pengujian Motor Nema dan Driver dengan memasukkan nilai microstep dan menghubungkan dengan software arduino.

Tabel 3. Hasil pengujian motor dengan driver motor

<i>Micstep pulse/rev</i>		Waktu putaran/ 10 mm	Kondisi
1	200	1.40 sec	Motor bergetar dan bergerak lebih cepat
2/A	400	1.65 sec	Motor bergetar dan bergerak lebih cepat
2/B	400	1.80 sec	Motor agak stabil dan bergerak lebih cepat
4	800	2.18 sec	Motor lebih halus dan bergerak lebih cepat

8	1600	2.68sec	Motor stabil dan bergerak normal
16	3200	5.97 sec	Motor stabil dan bergerak lambat
32	6400	6,87 sec	Motor stabil dan bergerak sangat lambat

Sehingga dari hasil percobaan pada table 3. kami menggunakan nilai microstep 400 – 1600 dengan waktu putaran 2.68sec untuk menggerakkan nilai axis pada mesin tersebut..

- b. Data dibawah merupakan hasil pengujian actuator pada sumbu X, Y dan Z dimana menunjukkan pergerakan sumbu X,Y dan Z.

Tabel 4. Hasil pengujian aktuator

Sumbu	Pergerakan		Keterangan
	Maju (+)	Mundur (-)	
X	Maju (+)	Mundur (-)	Berfungsi
Y	Kanan (+)	Kiri (-)	Berfungsi
Z	Naik (+)	Turun (-)	Berfungsi

Dari hasil actual dengan perintah inputan 10 mm membutuhkan waktu 1,80 sec untuk axis Y. untuk waktu yang dibutuhkan untuk di axis X setiap 10 mm dibutuhkan waktu 2.18 sec.



Gambar 8. Sebelum kalibrasi axis



Gambar 9. Setelah kalibrasi axis Y

Tabel 5. Kalibrasi sumbu

Percobaan	Kalibrasi sumbu		
	X	Y	Z
1	250,000. 50/60 =207,500	250,000. 50/65 =190,000	250,000. 10/50 = 50,000
2	207,50.5 0/52 =199,200	190,000. 50/35 =269,800	50,000. 10/1 = 50,000
3	199,200. 50/50 =199,200	296,800. 50/68 =218,235	-
4	-	218,235. 50/55 =198,395	-
5	-	198,395. 50/50 =198,395	-

Adapun rumus untuk kalibrasinya yaitu:

Nilai step/mm $\frac{1000000}{2000} = \text{hasil per step}$

Sumber: <http://diymachining.com/grbl-settings-101-a-how-to-guide/>

Dari 3 hasil percobaan penginputan nilai per step dari axis X kami meperoleh nilai penginputan step/mm 199,200 untuk memproleh nilai actual yang sesuai dengan input code yang di perintahkan.

Dari 5 hasil percobaan penginputan nilai per step dari axis X kami meperoleh nilai penginputan step/mm 198,395 untuk memproleh nilai actual yang sesuai dengan input code yang di perintahkan.

Dari 2 hasil percobaan penginputan nilai per step dari axis X kami meperoleh nilai penginputan step/mm 198,395 untuk memproleh nilai actual yang sesuai dengan input code yang di perintahkan.

Dari pengkalibrasian axis tersebut kami peroleh nilai step/mm yang berbeda. namun step perevolutionnya kami menggunakan 400 microstep sehingga nilai yang di input yang dengan software sesuai dengan nilai actual.

- c. Data dibawah merupakan hasil pengujian sismin adan driver motor dengan menggunakan software Arduino yang dihubungkan dengan downloader.

Tabel 6. Pengujian komponen

No	Komponen	Pengujian	Ket
1	SISMIN	Mengupload G code mrelai software GRBL dan Universal G code	Berhasil
2	Driver motor	Mengontrol putaran motor stepper sesuai dengan microstep yang yang dimasukkan	Bekerja
3	Motor stepper	Berputar sesuai dengan input yang di perintahkan	Bekerja

Dalam pengaplikasian sismin yang dihubungkan dengan software GRBL dan Universal G-code . sismin berfungsi sebagai mana

semestinya yaitu mengolah data yang yang dimasukkan dalam aplikasi kemudian di

dijalankan kedalam gerakan aktuator.

- d. Pengujian pemakanan laser pada benda kerja kayu

Tabel 7. Hasil pengujian pada kayu

Jarak (cm)	Kecepatan (mm/min)	Daya laser (S-max)	Hasil
58	1000	500	 Garis yang dihasilkan tipis dan tidak terlalu hitam
58	1000	1000	 Garis yang dihasilkan cukup tebal dan cukup hitam
58	1000	1500	 Garis yang dihasilkan tebal dan hitam

Dari hasil percoabaaan pada tabel 7. Agar mendapatkan hasil pengukiran yang yang bagus yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 1000 mm/min dan daya 1500.

- e. Pengujian pemakanan laser pada benda tripleks

Tabel 8. Hasil pengujian pada tripleks

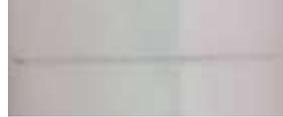
Jarak (cm)	Kecepatan (mm/min)	Daya laser (S-max)	Hasil
58	1000	500	 Garis yang dihasilkan tipis

Jarak (cm)	Kecepatan (mm/min)	Daya laser (S-max)	Hasil
58	1000	1000	 Garis yang dihasilkan cukup tebal
58	1000	1500	 Garis yang dihasilkan cukup tebal

Dari hasil percobaan pada tabel 8. Agar mendapatkan hasil pengukiran yang yang bagus yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 1000 mm/min dan daya 1500.

f. Pengujian pemakanan laser pada benda akrilik

Tabel 9. Hasil pengujian pada akrilik

Jarak (cm)	Kecepatan (mm/min)	Daya laser (S-max)	Hasil
58	500	1500	 Garis yang dihasilkan sangat tipis
58	250	1500	 Garis yang dihasilkan cukup tebal
58	125	1500	 Garis yang dihasilkan tebal

Dari hasil percobaan pada tabel 9. agar mendapatkan hasil pengukiran yang yang bagus yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 125 mm/min dan daya 1500.

g. Pengujian Daya dan pemakanan laser untuk gravir pada kayu

Tabel 9. Pengujian daya dan kecepatan

Kecepatan engraving (mm/min)	Daya (s-max)	Pemakanan (Line/mm)	Hasil
1000	1000	1	 Hasil engraving yang dihasilkan jelas dan tipis
1000	500	2	 Hasil engraving yang dihasilkan jelas dan cukup tebal
1000	500	3	 Hasil engraving yang dihasilkan jelas dan sangat tebal
1000	250	3	 Hasil engraving yang dihasilkan tipis dan putus-putus
1500	1000	1	 Hasil engraving baik.
1500	500	1.5	 Hasil engraving baik.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Adapun hasil kesimpulan yang didapat dalam pengujian alat yaitu :

1. Pergerakan axis setiap 1/5 putaran hanya mengalami pergerakan 1mm. Adapun waktu yang dibutuhkan setiap pergerakan axis dalam satu 1cm berbeda-beda.
2. Diperlukan kalibrasi menggunakan dial untuk mendapatkan ketelitian yang lebih optimal. Berdasarkan uji actual pengaturan driver motor stepper dengan microstep 8, pulse/rev 1600 dan waktu putaran 2.68sec menghasilkan gerak motor yang stabil dengan kecepatan normal
3. Pengujian pemakanan laser pada benda kerja kayu dan tripleks agar mendapatkan hasil pengukiran yang yang bagus yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 1000 mm/min dan daya 1500. Sedangkan untuk benda kerja akrilik yaitu dengan jarak laser dari benda kerja 58cm, kecepatan 125 mm/min dan daya 1500.
4. Pengujian daya dan pemakanan laser untuk gravir pada kayu yaitu dengan kecepatan gravir 1000 mm/min, daya 500-1000 dengan pemakanan 1-2 line/mm yaitu hasil yang diperoleh bagus.

Saran

Dalam penelitian ini, masih terdapat kekurangan dalam beberapa aspek dan perlu pengembangan lebih lanjut. Oleh karna itu berikut beberapa saran yang diharapkan dapat dalam mengembangkan untuk kedepannya yaitu:

1. Adapun untuk ukuran screw pada axis X disarankan memakai screw yang diameternya lebih besar.
2. Untuk pengembangan selanjutnya disarankan mengganti poros linier yang stainless yang sesuai dengan ukuran linier bearing.
3. Pada penggunaan kurun waktu yang agak lama, disarankan agar menurunkan arus pada driver motor agar motor stepper tidak *overheat*.
4. Disarankan menggunakan kaca mata untuk mengatur titik fokus laser yang akan digunakan.
5. Disarankan untuk pengembangan selanjutnya menambahkan port USB pada SISMIN agar lebih praktis.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aris Eko Saputro, M. D. (2020). Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*.
- [2]. Diki Muhamad Sobirin, J. U. (2020, april). Perancangan Sistem Multi Computer Numerical Control (CNC) Untuk Plotter Dan Laser Engraving. *Volume 9, Nomor 1* , 51 - 58.

- [3]. Firman Ridwan, A. N. (2017, URNAL SISTEM MEKANIK DAN TERMAL - VOL. 01 NO.02 (2017) 91-98). Rancang Bangun Mesin CNC 2 Sumbu. *URNAL SISTEM MEKANIK DAN TERMAL, VOL. 01 NO.02*, 91-98.
- [4]. Irawan Malik, S. E. (2019 , Juni). Rancang Bangun Mesin CNC Engraver Mini Sebagai. *Vol. 13, No. 01* , 69 – 74.
- [5]. Irvan Pranata, S. N. (n.d.). Rancang Bangun Mesin Cetak PCB Berbasis Arduino.
- [6]. Muhammad Rizqi Aulia Hasibuan, M. S. (2019, Maret). RseANCANG BANGUN MESIN CNC MILLING 3-AXIS UNTUK. , *Vol.3, No.1*,.
- [7]. Munadi, A. J. (2018, april). Rancang-bangun prototipe mesin CNC laser engraving dua sumbu. *Vol. 13 No. 1*, 32-37.
- [8]. Nanang Ali Sutisna, H. F. (2018, September). Rancang Bangun Prototipe Mesin Gravr Laser Berbasis. *Journal of Industrial Engineering, Scientific Journal on Research and Application of*, vol 3. no 2, 90-104.
- [9]. Roswaldi Sk, J. K. (2019, Oktober). Implementasi Mini CNC Router 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar BerbasisGRBL 3.6.1. *Vol.3 No.1*.
- [10]. fauszi, h. (2018). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Laaser Engraving Dengan Micrakontroller Arduino.
- [11] M. Syafik Mukhlis, A. R. (n.d.). Sistem Mikrokontroller ATMEGA328 Sebagai Pengontrol Suhu dan Level