

## RANCANG BANGUN MESIN CNC LASER GRAFIR UNTUK PEMBUATAN BIDANG SILINDER DAN DATAR

Mafazi Rifqi<sup>1</sup>, Irfan Santosa<sup>2</sup>, M. Agus Shidiq<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal

Jl. Halmahera Km. 1, Tegal, Jawa Tengah 52121 Telp. (0283) 351082

Email : ci\_ulya@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Pada saat ini, perkembangan inovasi dan kemajuan yang pesat telah membawa dampak di berbagai bidang, terutama dalam bidang industri. Permasalahan pada dunia industri adalah dikarenakan beberapa peralatan masih banyak didatangkan dari luar negeri sehingga menyebabkan harga peralatan industri yang mahal, khususnya industri laser CNC engraving. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang desain peralatan industri produksi laser CNC engraving. Dalam artikel ini, akan dilakukan perancangan alat CNC kemudian menguji performansinya. Cara kerja mesin laser engraving menggunakan sistem kontrol sirkuit sebagai otak dari mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang mesin CNC laser engraving menggunakan untuk bisa dipasarkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dari mulai perancangan mesin CNC laser *engraving* yang meliputi mekanisme penggerak, elemen struktur dalam proses perancangan. Semua parameter akan diatur dan dioperasikan melalui sistem kontrol CNC sehingga mesin laser *engraving* dapat beroperasi dengan baik. Dimensi mesin CNC Laser Grafir ini memiliki panjang 600 mm, lebar 500 mm. Proses perakitan Mesin CNC Laser Grafir ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu: Kerangka Dasar Mesin dengan waktu perakitan 50 menit, *Y-Axis Assembly Moves Tool* dengan waktu perakitan 32 menit, *X-Axis Assembly Moves Tool* dengan waktu perakitan 13 menit, *Rotary Table* dengan waktu perakitan 25 menit. Hasil performansi tiap *Axis* pada mesin CNC Laser engraving ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu : *X Axis* = 100%, *Y Axis* = 100%, *Rotary Axis* = 100%.

Kata kunci : *Rancang bangun, Laser engraving, bidang silinder dan datar*

### ABSTRACT

*The development of innovation and rapid progress have impacted various fields, especially in the industrial sector. The problem in the industrial world is that some equipment is still imported from abroad, causing the price of industrial equipment expensive, especially in the laser CNC engraving industry. To overcome this, it is necessary to conduct research on the design of industrial equipment for laser CNC engraving production. In this article, we will design a CNC tool and test its performance. The workings of the laser engraving machine use a circuit control system as the brain of the device. This research aims to design a CNC laser engraving machine that can be marketed. The method used in this research is an experimental method of designing a CNC laser engraving machine, including the driving mechanism and structural elements in the design process. All parameters will be set and operated through the CNC control system so that the laser engraving machine can function correctly. The dimensions of this CNC Laser Engraving machine have a length of 600 mm, and a width of 500 mm. The assembly process for this CNCLL Laser Engraving Machine is divided into several parts, namely: Basic Machine Framework with an assembly time of 50 minutes, *YY-Axis Assembly Moves Tool* with an assembly time of 32 minutes, *X-Axis Assembly Moves Tool* with an assembly time of 13 minutes, *Rotary Table* with an assembly time of 25 minutes. The performance results of each *Axis* on this CNC Laser engraving machine have a high level of accuracy, namely: *X-Axis* = 100%, *Y-Axis* = 100%, and *Rotary Axis* = 100%.*

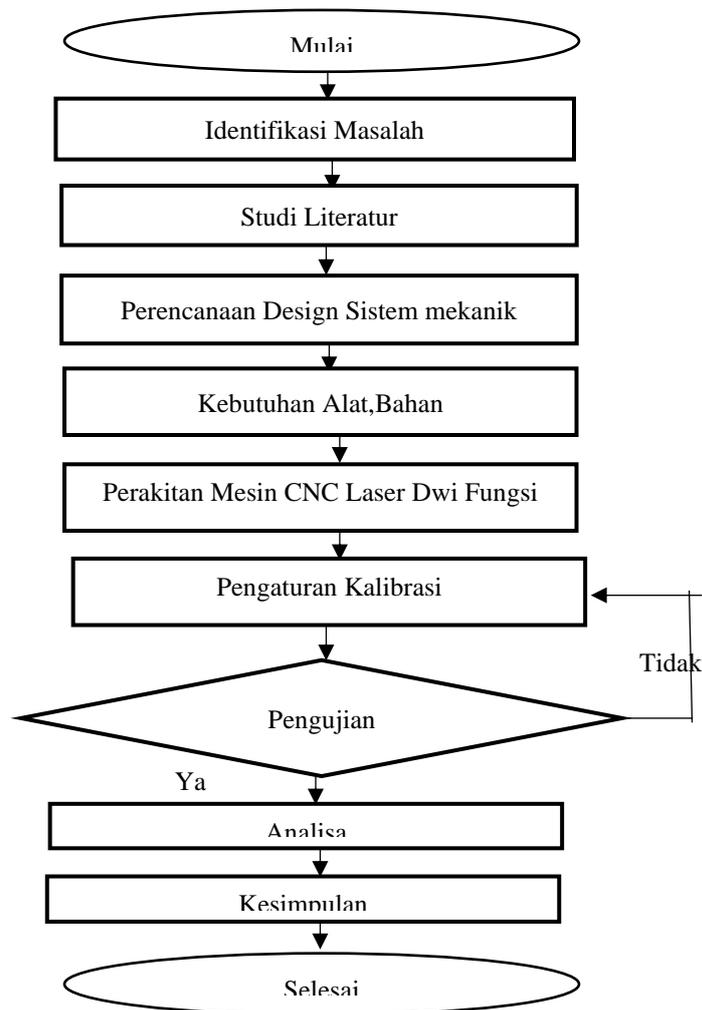
Keywords: Design, Laser Engraving, cylindrical and flat planes

## PENDAHULUAN

Pada saat ini, perkembangan inovasi dan kemajuan yang pesat telah mewarnai kemajuan industri. Perkembangan inovasi yang signifikan berdampak pada hasil produksi. Ditambah dengan penggunaan teknologi komputer telah membantu dalam sistem otomatisasi. Penerapan dengan bantuan komputer ini memberikan hasil produksi yang lebih tinggi karena semua sistem sudah otomatisasi. Permasalahan pada dunia industri sekarang ini adalah dikarenakan beberapa peralatan masih banyak didatangkan dari luar negeri sehingga menyebabkan harga peralatan industri yang mahal, khususnya industr laser CNC engraving. Salah satu cara mengatasi hal tersebut adalah dilakukan penelitian tentang desain peralatan industri produksi laser CNC engraving. Cara kerja mesin laser engraving menggunakan sistem kontrol sirkuit sebagai otak dari mesin. Dimana, mikrokontroler akan menerima input data digital dari personal komputer melalui komunikasi serial. Mikrokontroler akan membaca data yang dikirimkan oleh komputer pribadi, data yang dibaca adalah perintah dari saklar elektronik laser, dan memberikan logika untuk driver *motor stepper*. Dari data yang diterima oleh *driver motor stepper* digunakan sebagai penggerak *motor stepper*. Tujuan penelitian ini yaitu dilakukan perancangan alat CNC laser engraving kemudian menguji performansinya yaitu bidang datar dan bidang silinder.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah dengan merancang mesin, perakitan, dan pengujian alat menggunakan pemrograman komputer berbasis mikrokontroler. Rancangan mesin menggunakan *software Autodesk inventor* untuk membuat detail part mesin, setelah itu melakukan perakitan mesin penggerak *motor stepper* yang dihubungkan dengan sabuk ke program instruksi, dan mikrokontroler. Software penggerak mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Software GRBL* dan *arduino uno*. Sedangkan kerangka yang digunakan adalah aluminium profil dan akrilik.

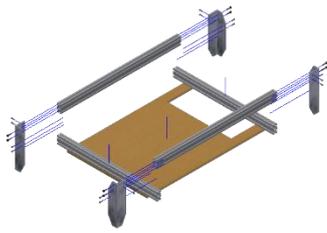


Gambar 1 Diagram penelitian

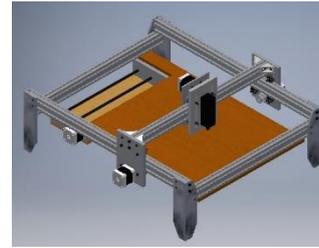
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Desain

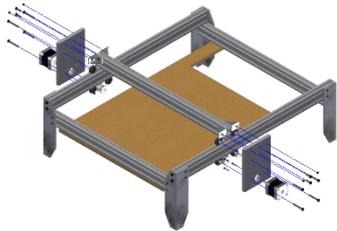
Pada gambar dibawah ini dapat dilihat Proses perakitan dan perancangan desain mesin CNC laser engraving Untuk pembuatan bidang silinder dan datar.



**Gambar 2** *Assembly Kerangka Base Mesin* (Sumber: Penelitian)



**Gambar 6** *Mesin CNC Laser Engraving* (Sumber: Penelitian)

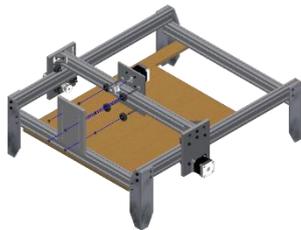


**Gambar 3** *Y-Axis Assembly Moves Tool* (Sumber: Penelitian)

Proses perakitan diatas dapat dihitung waktu perakitan seperti pada tabel 1.

**Tabel 1** Waktu perakitan bagian-bagian Mesin CNC

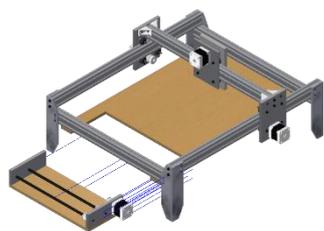
NO	Bagian – bagian Mesin CNC Laser Grafir	Waktu (Menit)
1	Kerangka <i>Base Assembly</i>	50
2	<i>Y Axis Assembly</i>	32
3	<i>X Axis Assembly</i>	13
4	<i>Rotary Table Assembly</i>	25
<b>Waktu Total</b>		120



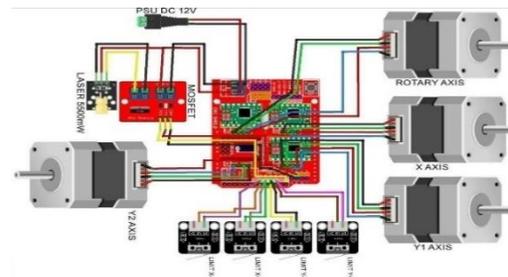
**Gambar 4** *X-Axis Assembly Moves Tool* (Sumber: Penelitian)

**Instalasi Wiring Mesin**

Adapun skema rangkain pada Mesin CNC Laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 5** *Assembly Rotary Table* (Sumber: Penelitian)



**Gambar 7** *Wiring Mesin CNC Laser Engraving* (Sumber: Penelitian)

Dari gambar bagian – bagian Mesin CNC laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar diatas maka di peroleh desain seperti gambar berikut :

**Kontrol Mesin CNC Laser Engraving**

Kontrol pada Mesin CNC laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar ini menggunakan *Arduino UNO* dan *CNC Shield* yang diprogram untuk menjalankan sistem GRBL. Sistem penggerak pada mesin ini menggunakan *Motor Driver A4988* dan *Motor Stepper Nema 17 type 17HS3401* masing-masing ada 4 buah, 2 buah untuk

penggerak Y Axis, 1 buah untuk penggerak X Axis dan 1 buah untuk penggerak Rotari Axis. Pada mesin ini menggunakan Modul laser dengan daya laser 5500mw.

### Kalibrasi Mesin CNC Laser Grafir

Agar pergerakan mesin CNC dapat sesuai dengan yang diperintahkan, diperlukan penyesuaian nilai pada \$100, \$101, \$102 yang mengatur resolusi langkah *motor stepper* setiap mm. Berikut kalibrasi tiap-tiap *axis* :

#### 1. Kalibrasi X dan Y axis

Karena spesifikasi X dan Y *axis* sama maka nilai pengaturan kedua sumbu tersebut sama.

Steps per Revolution = 200 /revolution

Microstep = 16

Belt Pitch = 2 mm

Pulley Number of Teeth = 20 Teeth

Maka:

$$\text{Steps/mm} = \frac{(\text{Steps per Revolution} \times \text{Microstep})}{(\text{Belt Pitch} \times \text{Pulley Number of Teeth})} \quad (1)$$

$$\text{Steps/mm} = \frac{(200 \times 16)}{(2 \times 20)}$$

$$\text{Steps/mm} = \frac{(3.200)}{(40)}$$

$$\frac{\text{Steps}}{\text{mm}} = 80$$

Hasil perhitungan tersebut maka nilai \$100 = 80 dan \$101 = 80.

#### 2. Kalibrasi Rotary axis

Steps per Revolution = 200 /revolution

Microstep = 16

Diameter = 8,4 mm

Maka:

$$\frac{\text{Steps}}{\text{mm}} = \frac{(\text{Steps per Revolution} \times \text{Microstep})}{(\pi \times D)} \quad \dots (2)$$

$$\text{Steps/mm} = \frac{(200 \times 16)}{(3,14 \times 12)}$$

$$\text{Steps/mm} = \frac{(3.200)}{(26,38)}$$

$$\text{Steps/mm} = 121$$

Hasil perhitungan tersebut maka nilai \$102 = 121

### Uji Performansi Mesin

Performansi mesin akan dilakukan pengujian akurasi ketepatan pergerakan sumbu mesin CNC laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa akurat gerakan setiap *axis*. Salah satu elemen terpenting yang mempengaruhi

presisi pada sebuah produk yang diproduksi menggunakan mesin CNC laser engraving adalah akurasi gerakan tiap *axis*.

Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan mesin CNC untuk menggrafir garis pada media kerja dan melakukan pengukuran panjang garis hasil grafir sesuai *axis motor stepper* yang akan diuji.

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk memeriksa keakuratan gerakan *axis* pada Mesin CNC laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar :

1. Siapkan alat dan bahanya.
2. Pasang media diatas meja mesin CNC untuk dilakukan penggrafiran dari gerakan axis X, Y dan Z.
3. Mulai menghidupkan mesin CNC.
4. Membuka Software GRBL, selanjutnya sambungkan software dengan mikrokontroler Arduino.
5. Perintahkan perangkat untuk mengeksekusi G-code pengujian.
6. Ukur hasil pergerakan X, Y Axis, dan Rotary Axis menggunakan Jangka sorong atau mistar. kemudian inputkan hasil pengukuran ke dalam tabel akurasi ketepatan pergerakan sumbu.



Gambar 8 Hasil Pengukuran Gerak X dan Y Axis (Sumber: Penelitian)



Gambar 9 Hasil Pengukuran Hasil Pergerakan Rotary Axis (Sumber: Penelitian)

Hasil pengukuran dari pengujian akurasi serta ketepatan pergerakan sumbu mesin CNC Laser engraving adalah sebagai berikut:

**Tabel 2 Hasil Pengujian Akurasi Gerak X Axis**

No	Jarak (mm)	X Axis			Akurasi (%)
		1	2	3	
1	50	50	50	50	100%
2	100	100	100	100	100%
3	150	150	150	150	100%
Rata - rata					100%

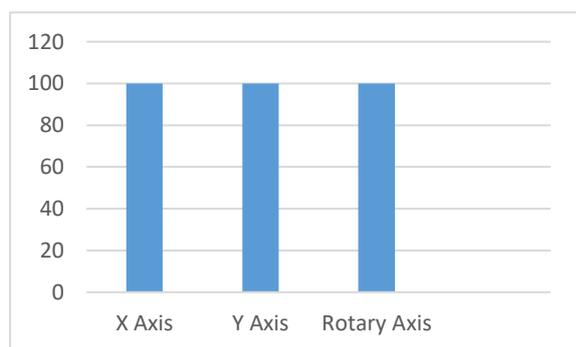
**Tabel 3 Hasil Pengujian Akurasi Gerak Y Axis**

No.	Jarak (mm)	Y Axis			Akurasi (%)
		1	2	3	
1	50	50	50	50	100%
2	100	100	100	100	100%
3	150	150	150	150	100%
Rata - rata					100%

**Tabel 4 Hasil Pengujian Akurasi Gerak rotary**

No	Jarak (mm)	Rotary Axis			Akurasi (%)
		1	2	3	
1	50	50	50	50	100%
2	75	75	75	75	100%
3	100	100	100	100	100%
Rata - rata					100%

Dari hasil uji kemampuan mesin diperoleh tingkat akurasi rata-rata ketepatan pergerakan sumbu Mesin CNC Laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 10 Prosentase performansi tiap axis**

Dari hasil uji kemampuan mesin diperoleh tingkat akurasi masing-masing sumbu memperoleh

nilai 100%. Untuk **X axis** tingkat keakurasian mencapai nilai 100%, **Y axis** tingkat keakurasiannya mencapai nilai 100%, dan **Rotary axis** tingkat akuransinya mencapai 100%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang Rancang Bangun Mesin CNC Laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan Mesin CNC Laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar dilakukan dengan menggunakan *software autodesk inventor* dapat mempermudah proses pembuatan desain dari mesin CNC Laser grafir dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah dari mulai pembuatan sketsa masing – masing komponen sampai desain tiga dimensi dari masing – masing part tersebut. Selanjutnya bisa dilakukan *prototype assembly* dari mesin CNC Laser Grafir untuk menjadi acuan dalam proses perakitan.
2. Proses *assembly* Mesin CNC Laser engraving untuk pembuatan bidang silinder dan datar membutuhkan waktu 120 menit. Dimulai dengan proses *assembly* kerangka dasar yaitu perakitan aluminium profil, kaki rangka dan triplek dengan waktu 50 menit. *Y-Axis Assembly Moves Tool Front-To-Back* dengan proses perakitan *motor stepper*, *v wheels* dan komponen gerak mekanis penunjang lainnya pada *gantry* dengan waktu 32 menit. *X-Axis Assembly* dengan proses perakitan *motor stepper*, *v wheels* dan komponen gerak mekanis penunjang lainnya serta laser yang dipasang pada *gantry* dengan waktu 13 menit, dan *Rotary Table* yaitu proses perakitan yang menggabungkan dua as pada *gantry* yang terhubung *timing bell* dengan *timing pully* yang diputar oleh *motor stepper* sebagai gerak mekanis dengan waktu 25 menit.
3. *Performance* Mesin CNC Laser Grafir Untuk Pembuatan Bidang Silinder Dan Datar didapatkan hasil yang sangat baik dengan keakurasian masing – masing *Motor Stepper* mencapai 100% sehingga dapat dengan baik melakukan proses penggrafiran secara detail.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Teruntuk orang tua tercinta dan adiku yang penulis banggakan.

1. Dosen pembimbing yang telah membimbing penelitian ini hingga selesai.
2. Seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Pancasila Tegal
3. Tim CNC Laser Grafir
4. Teman-teman Manufaktur angkatan 2016.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andre Wanggara, Andree, Moris, Patar G Simatupang, Fadhillah Azmi. (2020) Rancang Bangun Mesin CNC Engraving 3 Axis Berbasis Arduino Uno Dengan GRBL Software .
- [2] Daniel Costa.2016. Laser engraver with arduino. [Internet]. [diakses 7 Oktober 2020]. Tersediapada:<https://www.hackster.io/macinblack/laser-engraver-with-arduino-719d14>
- [3] Deprintz, L. (2018). Pengertian Mesin CNC 3 Axis, <https://blog.deprintz.com> ( Diakses 15 September 2020).
- [4] Eppinger, U. &. (2008). Desain. Industrial Designers Society of America (IDSA) , 190.
- [5] [eprints.uny.ac.id](http://eprints.uny.ac.id).(n.d.).[ttp://eprints.uny.ac.id/BAB20II.pdf](http://eprints.uny.ac.id/BAB20II.pdf) (Diakses 7 Oktober 2020).
- [6] Fauzi, Harist (2018). Rancang Bangun Sistem
- [7] Kontrol Mesin Laser Engraving dengan Microcontroller Arduino. Presiden University
- [8] Harrizal, H. I. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 2 Axis Menggunakan Close Loop System.
- [9] Ladjamudin, Al-Bahra. (2013). Ladjamudin (2013:39). Analisis Desain Sistem Informasi. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- [10] Manurung, H. M. (2013). Pengukuran Daya Laser
- [11] CO<sub>2</sub> dan Laser Dpps Serta Pengamatan Beam Profiler Sinar Laser Dpps dan Laser He-Ne Menggunakan CCD. Departemen Fisika FMIPA USU, Kawasa Puspitek Serpong
- [12] Munadi, D. (2018). Rancang-Bangun Prototipe Mesin CNC Laser Engraving Dua Sumbu Menggunakan Diode Laser, Departemen Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.
- [13] Nasution, A. (2017). Aplikasi G-Code Untuk
- [14] Membuat Pcb Pada Cnc 3020 Berbasis Pc, Departemen Fisika, Universitas Sumatera Utara
- [15] Nugroho, A. A. (2020). Mesin Gambar Berbasis Arduino Uno R3 Pada Desain Grafis. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro. VOL. 5.
- [16] Roswaldi, J. K. (2019). Implementasi Mini CNC Router 3 Axis Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GRBL 3. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe. . Vol 3(1).
- [17] Rusdi Nur, M. A. (2017). Perancangan Mesin Mesin Industri. Sleman: CV BUDI UTAMA.
- [18] Schey, J. A. (2009). Proses Manufaktur. Computer Aided Manufacturing International (CAM-I), 694.
- [19] W.K, F. N. (2016). Analisa sumbu Z pada proses kalibrasi dan pergerakan mesin CNC Router.
- [20] Yanis, M.(2010) Analisis profil kebulatan untuk menentukan kesalahan geometrik pada pembuatan komponen menggunakan mesin bubut cnc. Jurusan Teknik Mesin-Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- [21] Yuliardi, A. (2019). Rancang Bangun Mesin CNC Mini Plotter Dua Sisi Tinta Dan Laser Diode Berbasis Microcontroller.