

# Perancangan Sistem Kendali Mesin CNC (Computer Numerical Control) laser Cutting CO2 2 Axis Berbasis Arduino Uno

Bayu Lesmana<sup>1\*</sup>, Ghany Heryana<sup>1</sup>, Jatira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Purwakarta, Indonesia.

**ABSTRAK** – Industri permesinan khususnya mesin perkakas saat ini menghadapi tantangan yang semakin berat karena industri ini dituntut menghasilkan produk murah, presisi dan waktu produksi yang cepat oleh karena itu, kebutuhan akan mesin cnc di bidang industri kreatif dirasakan sangat perlu, karena dengan mesin cnc ketelitian suatu produk dapat di jamin 1/100 mm lebih dan dapat menghasilkan produk dengan efisien. Penelitian yang akan di laksanakan bertujuan untuk merancang pengendalian mesin cnc laser cutting CO2. Sehingga mesin dapat bekerja secara otomatis dengan sistem kendali menggunakan mikrokontroler arduino uno dan dapat menjalankan program g-code dengan presisi dan mampu membentuk pola atau rancangan tertentu. Mesin cnc laser ini juga memiliki beberapa komponen penting diantaranya adalah driver motor, motor stepper, mikrokontroler arduino dan cnc shield. Pengoperasian mesin ini menggunakan software lightburn. Untuk alur kerja mesin meliputi PC (personal computer), g-code, lightburn, driver yang selanjutnya akan menghasilkan output pada mesin berupa pergerakan otomatis.

**Kata kunci:** *sistem kendali, mikrokontroler, laser cutting, software*

**ABSTRACT** – The machining industry, especially machine tools, is currently facing increasingly difficult challenges because this industry is required to produce inexpensive, precise products and fast production times. guaranteed 1/100 mm more and can produce products efficiently. The research to be carried out aims to design control of a CO2 laser cutting machine. So that the machine can work automatically with the control system using the Arduino Uno microcontroller and can run the g-code program with precision and be able to form certain patterns or designs. This laser cnc machine also has several important components including motor drivers, stepper motors, arduino microcontrollers and cnc shields. The operation of this machine uses the lightburn software. The machine workflow includes a PC (personal computer), g-code, lightburn, driver which will then produce output on the machine in the form of automatic movement.

**Keyword:** *Control system, microcontroller, laser cutting, software*

Dikirim: 24 Agustus 2023; Direvisi: 28 November 2023; Diterima: 29 November 2023

## PENDAHULUAN

Di era modern seperti ini banyak industri – industri meninggalkan mesin perkakas contohnya pada industri kreatif. Industri kreatif yang dahulu sistem kerjanya manual sekarang beralih menjadi otomatis hal ini memberikan inovasi berupa perbaikan sistem kerja agar mendapatkan hasil produksi yang tinggi [1] contohnya penggunaan mesin cnc laser cutting CO2. Dengan mesin cnc ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100mm lebih, pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat [2]. Teknologi laser saat ini sudah sedemikian pesat dan digunakan hampir disegala bidang, seperti di bidang manufaktur. Namun di bidang manufaktur yang seringkali dijumpai adalah laser CO2. Hal ini disebabkan daya

nya yang relatif besar sehingga pemanfaatannya lebih fleksibel dapat digunakan untuk pemotongan pada material lembaran tipis maupun pada material yang agak tebal.

Fungsi dasar dari sebuah mesin cnc adalah kontrol pergerakan yang bersifat otomatis, presisi dan konsisten. Sistem kendali sangat dibutuhkan agar mesin laser dapat bekerja dengan presisi dalam membentuk pola atau bentuk rancangan tertentu. Untuk memperoleh kepresisian pada proses pemotongan (cutting) perlu adanya keterpaduan pada proses laser cutting, yaitu daya laser dan mikrokontroler yang digunakan. Mikrokontroler akan menerima masukan data digital dari personal komputer melalui komunikasi serial. Mikrokontroler dapat membaca data yang ditransferkan oleh personal komputer, data yang dibaca adalah perintah saklar elektronik untuk laser dan memberi logika pada driver motor stepper. Dari data yang diterima oleh driver motor stepper, data digunakan sebagai penggerak kedua motor stepper [3, 4].

Penelitian yang akan di laksanakan bertujuan untuk merancang pengendalian mesin CNC Laser Cutting CO2 dan pemasangan kabel pada area mesin Sehingga mesin dapat bekerja secara otomatis dengan sistem kendali menggunakan mikrokontroler arduino uno dan dapat menjalankan program G-code dengan presisi dan mampu membentuk pola atau rancangan tertetu karena berkembangnya teknologi digital [5] memberikan kemudahan bagi setiap pelaku industri kreatif [6, 7], sistem kendali pada mesin CNC Laser Cutting ini merupakan gabungan dari beberapa komponen yang di hubungkan dengan kabel antara satu dengan yang lainnya beberapa komponen penting diantaranya adalah driver motor, motor stepper, mikrokontroler Arduino dan CNC Shield.

## METODE

### Tahapan Perancangan

Perancangan itu sendiri terdiri dari beberapa serangkaian kegiatan yang berurutan, tahap-tahap perancangan diantaranya sebagai berikut:

#### 1. Studi Litelatur

Pada tahap awal yang di lakukan pada penelitian perlu adanya studi litelatur dengan tujuan untuk mengumpulkan data dan sebagai bahan refrensi agar penelitian dapat dilakukan dengan sesuai. Studi litelatur dilakukan degan membaca buku, jurnal penelitian ilmiah, melalui website dan bahan refrensi lainnya.

#### 2. Analisa Kebutuhan Kontrol

Menyesuaikan dengan kebutuhan dalam aspek teknik, aspek manufaktur, aspek perakitan, aspek perawatan, aspek ergonomi dan aspek lingkungan agar memudahkan penggunaan alat tersebut. Proses perancangan sistem kendali dan kebutuhan sistem kendali mesin harus memenuhi beberapa aspek, yaitu:

#### 3. Aspek desain

Aspek perancangan sistem kendali meliputi perhitungan ketelitian gerak motor, desain sistem kontrol loop terbuka, sistem kontrol dan proses pembuatan komponen yang digunakan relatif mudah didapat dan murah, serta perawatan sistem kontrol relatif mudah dan murah.

#### 4. Aspek manufaktur

Desain sistem kendali konstruksi pembuatan kotak kendali sistem sehingga komponen-komponennya listrik harus ditata dengan rapi. Desain mekanisme pengaturan putaran motor. Membutuhkan Komponen sistem kontrol meliputi Arduino Uno, power supply, driver, kabel, dan motor stepper.

#### 5. Aspek teknis

Aspek teknis adalah tentang cara kerja komponen yaitu motor stepper sumbu X bergerak untuk menggerakkan sumbu Y.

#### 6. Aspek keselamatan kerja

Keselamatan kerja dimaksudkan dalam melakukan pekerjaan dan juga dengan pemilihan jenis material sistem kontrol yang digunakan aman dan tidak membahayakan. Power supply dalam sistem kontrol ditempatkan dalam kotak yang telah disesuaikan dengan desain mesin..

## HASIL PERANCANGAN

### Sistem Kendali

Perancangan sistem ini dilakukan dalam beberapa tahap. Secara garis besar keseluruhan proses pembuatan alat terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

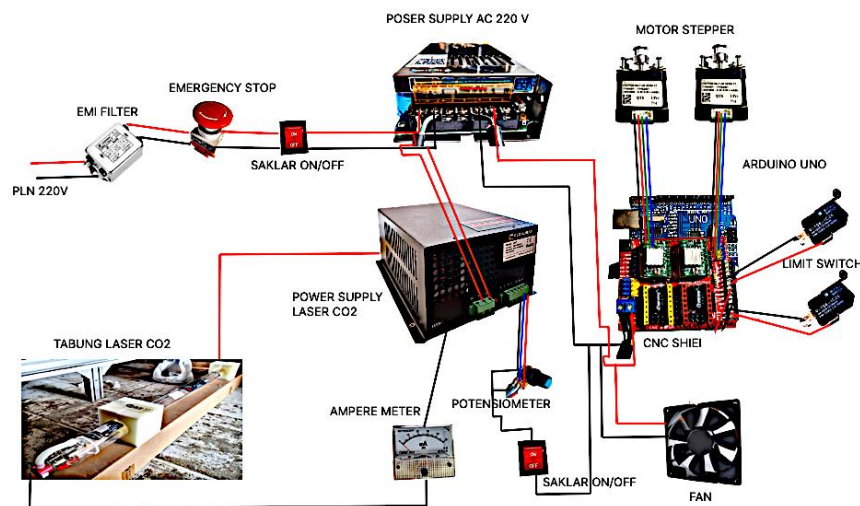
1. Perancangan diagram elektronika.
2. Perancangan panel sistem kontroler.

### Perancangan Diagram Elektronik

Dalam perancangan elektronika meliputi tahap-tahap yang berhubungan langsung pada rangkaian yaitu diantaranya :

- a. Menggambar sketsa rangkaian yang akan di terapkan pada perancangan mesin cnc laser cutting CO<sub>2</sub>.
- b. Menyiapkan komponen-komponen yang sesuai dengan karakter yang di diharapkan pada perancangan.
- c. Melakukan penyolderan pada komponen-komponen yang sesuai dengan sket gambar rangkaian yang telah di buat.
- d. Memisahkan terminal-terminal masukan dan keluaran.
- e. Memeriksa untuk memastikan kembali kebenaran sambungan yang telah di solder.

Untuk mempermudah dalam perakitan sistem dan untuk menghindari kesalahan pada pembelian part elektrik maka perancangan diagram sistem elektrik dapat mengurangi resiko tersebut, penggunaan komponen yang digunakan pada diagram tersebut berdasarkan daya laser yang akan di gunakan.



**Gambar 1.** Skema Diagram Sistem Elektrik

Pada table dibawah ini merupakan komponen yang di gunakan dalam perancangan sistem kendali mesin cnc laser cutting co2 agar mesin dapat bekerja secara otomatis dengan program yang telah di siapkan oleh mikro kontroler Arduino uno berikut merupakan daftar komponen beserta spesifikasi yang di gunakan.

**Table 1.** Daftar Komponen Elektrik

| No | Nama                               | Jumlah | Spesifikasi        |
|----|------------------------------------|--------|--------------------|
| 1  | Arduino                            | 1      | Arduino Uno        |
| 2  | Power Supply                       | 1      | 12 Volt            |
| 3  | Power Supply Laser CO <sub>2</sub> | 1      | 60 W               |
| 4  | Emergency Button                   | 1      | 440 V 10 A         |
| 5  | Kabel stepper                      | 2      | XH2.54             |
| 6  | Saklar ON/OFF                      | 2      | 30 A IDEC YW1S-E20 |
| 7  | Limit switch                       | 4      | 15 A               |

|    |                   |     |   |
|----|-------------------|-----|---|
| 8  | Fan               | 2   | 12 V  |
| 9  | Amperemeter       | 1   | 50 A  |
| 10 | Kabel AWG         | 6 m | Beleden 8723                                      |
| 11 | CNC Shield        | 1   | V3  |
| 12 | Panel Box Akrilik | 1   | Dimensi Panjang = 50cm x lebar 25cm x tinggi 15cm |
| 13 | Potensiometer     | 1   | 10 K Ohm  |
| 14 | Motor Stepper     | 1   | Nema 17   |
| 15 | Driver Motor      | 2   | A4988   |
| 16 | Kabel             | 15m | NYAF 0,5mm  |
| 17 | Emi Filter        | 1   | CW4EL2-20A-T                                      |

### Perancangan Panel Sistem Kontroler

Berikut merupakan hasil dari perancangan sistem kontroler pada panel box akrilik dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini merupakan hasil dari perakitan panel yang di buat dengan menggunakan akrilik dan pada bagian belakang panel dilapisi dengan plywood untuk menghindari interface pada sistem. Dan pada bagian atas panel digunakan untuk menyimpan tombol kontroler.



**Gambar 2.** Panel sistem kontroler

### Perhitungan Daya Sistem

Untuk menghitung daya total listrik pada sistem mesin cnc laser cutting CO2 dihitung menggunakan rumus perhitungan daya total sistem sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

Dimana :

P : Daya Listrik (Watt)

V : Tegangan Listrik (V)

I : Arus Listrik (Ampere)

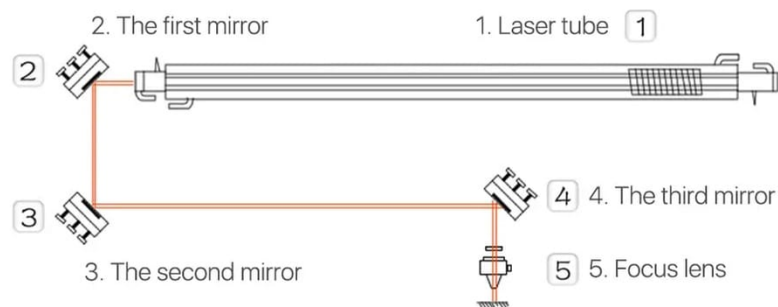
**Table 2.** Daya Total Sistem

| No         | Nama Komponen | Tegangan (Volt) | Arus (A) | Daya (Watt)  | Jumlah (Pcs) | Total Daya |
|------------|---------------|-----------------|----------|--------------|--------------|------------|
| 1          | Arduino Uno   | 5               | 0,04     | 0,2          | 1            | 0,2        |
| 2          | CNC Shield    | 12              | 2        | 24           | 1            | 24         |
| 3          | Motor Stepper | 12              | 1,7      | 20,4         | 2            | 40,8       |
| 4          | Driver Motor  | 12              | 0,008    | 0,096        | 1            | 0,192      |
| 5          | Fan           | 12              | 0,5      | 6            | 1            | 6          |
| 6          | Laser         | 15              | 5        | 60           | 1            | 60         |
| Total Daya |               |                 |          | 131,192 Watt |              |            |

Penggunaan pendingin udara (fan) untuk pendinginan driver motor stepper A4988 dan untuk mendinginkan mikrokontroler Arduino uno dan cnc shield, perhitungan daya menggunakan rumus  $P = V \times I$  sehingga berdasarkan tabel di atas total daya pada mesin ini adalah 131,192 Watt.

### Perencanaan Mirror Laser

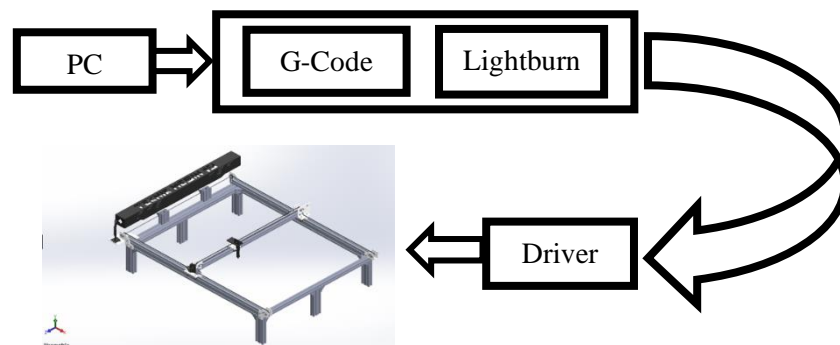
Dalam tahap ini setelah wiring hardware selsai peneliti melanjutkan instalasi pada tabung laser CO2 dengan daya 60 watt pada skema yang dapat di lihat pada gambar berikut. Tabung laser yang berpendingin air dan akan menyimpan gas dan sirkulasi gas akan mengeluarkan daya laser yang dihasilkan dari power supply laser CO2 yang selanjutnya akan di proses oleh tabung laser dan cahaya laser akan di transferkan melalui 3 mekanisme pantulan mirror, dan akan di pantulkan ke titik fokus lensa yang nantinya akan menghasilkan output laser untuk proses cutting.



**Gambar 3.** Skema Munculnya Sinar Laser

### Pengujian Sistem

Pada diagram dibawah ini dapat bagaimana mekanisme sistem kontrol yang digunakan dalam proses perancangan sistem control cnc laser cutting CO<sub>2</sub>.



**Gambar 4.** Alur Kerja Sistem

1. PC (*personal computer*) digunakan sebagai pengontrol mesin dan tempat mengisi *G-code* program yang di perlukan untuk proses produksi.
2. *G-code* yang sudah ada selanjutnya di proses di dalam aplikasi Lightburn sehingga dapat di ubah menjadi source code yang dapat di baca oleh sistem kontroler.
3. Kontroler membaca program yang telah di input kemudian menggerakkan motor *stepper* sehingga membentuk suatu mekanisme mesin dan mesin beroperasi dengan sesuai.

## KESIMPULAN

1. Alur kerja sistem kendali dari mesin CNC laser cutting CO2 meliputi : PC (*personal computer*), *G-code*, lightburn, driver yang selanjutnya akan menghasilkan output pada mesin berupa pergerakan otomatis.
2. Agar sistem kendali dapat berjalan dengan optimal pemrograman dilakukan pada aplikasi Arduino uno agar setiap program dari pc (*personal computer*) dapat dibaca dengan baik dan perangkat lunak lightburn

## REFERENSI

1. Heryana, G. (2018). Analisa counting system dengan 2 pilihan program produk pada proses spot welding di pt. Summit adyawinsa indonesia. In Seminar Nasional Teknik Elektro (Vol. 3, No. 2, pp. 278-282).
2. Mangkusasmito, F., & Nugroho, T. H. (2019). Desain Sistem Kendali Umpan Balik State Pada Kasus Kontinyu Untuk Meja Kerja Cnc. *Gema Teknologi*, 20(2), 32-40.
3. AZMI, F., Wanggara, A., Andree, A., Moris, M., & Simatupang, P. G. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Engraving 3 Axis Berbasis Arduino Uno Dengan GRBL Software. *Journal Of Electrical And System Control Engineering*, 4(1), 11-17.
4. D. A. Maulida, F. Dionisius, dan Rachmatullah. *Rancang Bangun Dropping Kontrol Tetesan Infus Dengan Sistem Telemetri Berbasis Android*. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 1(1): p. 22-28.
5. M. A. Amat dan M. Luthfi. *Teknik Pemrosesan Gambar Digital Pada Hasil Pengelasan TIG Aluminum Paduan Untuk Aplikasi Pengukuran Lebar Manik Las*. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 2(1): p. 10-18.
6. Heryana, G. (2018). Analisa Kegagalan Pembacaan Jumlah Titik Pada Spot Welding Dan Solusinya Secara Otomasi Di PT. Summit Adyawinsa Indonesia. In Seminar Nasional Teknik Elektro (Vol. 3, No. 1, pp. 49-54).
7. TB. U. A. Subekhi, G. Heryana, D. A. Rajab, dan Nizarudin. *Rancang Bangun Mesin Pencacah Nangka Muda Sebagai Bahan Produksi Makanan Megono*. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 2(1): p. 1-9.