

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan metode yang ingin dirancang dalam tugas akhir.

##### **2.1.1. Perancangan Mesin CNC Laser *Cutting* Untuk Produk Berbahan Akrilik**

Penelitian dilakukan oleh Mohamad Syaifullah pada tahun 2020 dengan judul “Perancangan Mesin CNC Laser *Cutting* Untuk Produk Berbahan Akrilik” Penelitian ini bertujuan merancang Prototipe Mesin CNC Laser *Cutting* bersifat portable, alat ini menggunakan laser sebagai alat potong untuk mengerjakan benda kerja, dengan ukuran laser berdiameter 0,02 mm, yang bertujuan untuk membuat pemotongan dengan hasil yang lebih bagus. Metode yang digunakan untuk tahap perancangan yaitu melakukan studi literatur lalu menganalisa kebutuhan pembuatan mesin, memilih dan membandingkan beberapa alternatif desain, melakukan pemilihan konsep, perancangan modul laser serta, perancangan sistem gerak 3 axis, perancangan daya motor serta mensimulasikan beban frame dengan menggunakan *Software inventor* 2019. Penelitian ini diharapkan memperoleh skematik sistem kontrol mesin CNC Laser, menghasilkan *prototype* mesin CNC Laser, dan nilai parameter dari data hasil uji kinerja mesin CNC Laser dengan microcontroller 3 aksis berbasis Atmega328 Arduino nano dengan modul laser 5,5 Watt dengan kapasitas maksimal bidang kerja 200x100x10, yang dapat membantu industry kecil dalam pembuatan berbagai ragam bentuk kreatif berbahan akrilik <sup>[1]</sup>.

##### **2.1.2. Rancangbangun Model Mesin *Computer Numerical Control Laser Cutting* Dimensi Tiga Berbasis Mikrokontroler**

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Habib Khairul (2021) dalam tugas akhirnya yang berjudul “Rancangbangun Model Mesin

*Computer Numerical Control Laser Cutting* Dimensi Tiga Berbasis Mikrokontroler”. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah industri pengukiran kayu yang masih menggunakan perkakas manual untuk melakukan proses pemotongan, pelubangan dan penghalusan material seperti akrilik. Sementara itu proses pemotongan, pelubangan, dan penghalusan material di industri manufaktur telah menggunakan mesin otomatis berbasis komputer dikenal sebagai mesin *Computer Numerical Control* (CNC). Terdapat perbedaan signifikan antara kompetensi mahasiswa Teknik elektronika industri dengan perkembangan teknologi industri yang harus diminimalisir. Muncullah ide untuk membuat Rancangbangun Mesin CNC Laser cutting 3 axis berbasis mikrokontroler. Mesin dirancang menggunakan bahan aluminium profile. Motor *stepper* digunakan untuk menggerakkan sumbu, 2 motor pada sumbu Y, satu motor pada sumbu X dan satu motor pada sumbu Z. Mesin CNC menggunakan Module Laser 5.5 Watt untuk memotong dan *firmware* GRBL untuk mengatur pergerakan motor berdasarkan algoritma bressenham yang diupload pada mikrokontroler Arduino Uno<sup>[2]</sup>.

### **2.1.3. Pembuatan Mesin CNC Laser Cutting Untuk Produk Kerajinan Berbahan Akrilik**

Penelitian lain juga dilakukan oleh Fani Aditya Saputra pada tahun 2020 dengan judul ” Pembuatan Mesin CNC Laser *Cutting* Untuk Produk Kerajinan Berbahan Akrilik ” Penelitian ini bertujuan membuat mesin CNC Laser *Cutting* bersifat *portable*, alat ini menggunakan laser sebagai alat potong untuk mengerjakan benda kerja, dengan ukuran laser berdiameter 0,02 mm, yang bertujuan untuk membuat pemotongan dengan hasil yang lebih bagus, sehingga dapat membantu industri kecil dalam bidang akrilik. Metode yang digunakan untuk tahap pembuatan Mesin CNC Laser bersifat *portable* yaitu melakukan studi desain manufaktur,kebutuhan bahan & alat,kebutuhan manufaktur,proses manufaktur yang sudah ada, sebagai pembanding dari segi proses pembuatan maupun dari segi konsep desainnya, sehingga dapat dilakukan proses pembuatan dan perakitan, setelah tahap pembuatan akan dilakukan proses pengujian mesin dan menganalisa hasil. Hasil penelitian ini adalah telah di buat mesin CNC laser cutting yang dapat memotong

akrilik dengan ketebalan 10mm, dengan luas bidang kerja 8 x 10 mm dan kecepatan potong 0,5 mm/s<sup>[3]</sup>

#### 2.1.4. Rancang Bangun Mesin Pencetak PCB Berbasis Arduino Menggunakan Metode CNC

Irvan Pranata, Satyo Nuryadi. "RANCANG BANGUN MESIN CETAK PCB BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN METODE CNC (Computer Numerical Control)". Pembuatan alat ini digunakan untuk mempermudah dalam pencetakan PCB. Alat ini berbasis mikrokontroler arduino dan menggunakan metode CNC. Ada beberapa komponen yang digunakan yaitu CNC Shield, Motor Stepper, Motor DC 775, Regulator Switching, IC A4988. Adapun *Software* yang digunakan untuk membuat alat tersebut yaitu FlatCam dan Universal G-Code Sender, dimana flatcam itu digunakan untuk membentuk file gerber dan excellon ke dalam bentuk gcode(.nc). *Software* ini akan mengambil program G-Code yang ada dalam file dan mengirimkannya line-by-line ke mikrokontroler ATmega328<sup>[4]</sup>

#### 2.1.5. Wireless CNC Plotter Using Android

Dr. Ch. Raja , Naman Gupta, Yash Bansal , K. Sai Preetham Goud , S. Sanjay Kumar. "*Wireless CNC Plotter Using Android*". Penjelasan mengenai jurnal tersebut yaitu CNC ploter dengan menggunakan koneksi *bluetooth*, dapat dioperasikan melalui *android* dan PC. <sup>[5]</sup>

## 2.2. Perbandingan Jurnal Tugas Akhir

Tabel 2. 1 Perbandingan jurnal TA

No	Pembanding	Kontroller	Actuator	Tujuan
1	Jurnal 1	Arduino Uno	Spindle	Untuk mengukir kayu dengan operasi PC dan memerlukan koneksi dengan USB.

No	Pembanding	Kontroller	Actuator	Tujuan
2	Jurnal 2	Arduino Uno	Spindle	Untuk menggambar di area kerja seperti kertas, triplek, kain dengan menggunakan Spindle dan menggunakan PC untuk mengoperasik an dengan koneksi kabel USB
3	Jurnal 3	Arduino Uno	Laser	Bertujuan untuk mengembangkan mesin CNC dengan menggunakan metode pengoperasian <i>wireless</i> dari PC.
4	Jurnal 4	Arduino Uno	Motor DC 775	Untuk mencetak PCB dengan menggunakan milling PCB/mengukir lintasan PCB.

No	Pembanding	Kontroller	Actuator	Tujuan
5	Jurnal 5	Arduino Nano	Laser	Mengembangkan mesin CNC dengan cara pengoperasian nya menggunakan G-Code2GRBL pada <i>android</i> , dan menggunakan koneksi <i>bluetooth</i> .

## 2.3. Dasar Teori

### 2.2.1. Laptop

Laptop berperan sangat penting dalam pembuatan suatu alat, karena difungsikan sebagai perangkat keras yang dapat digunakan untuk mengetik program yang menjadi sistem alat Komputer adalah salah satu alat yang dianggap sebagai barometer kemajuan teknologi, dengan inovasi-inovasinya yang canggih membuat fungsi komputer menjadikan pekerjaan manusia lebih cepat dan mudah. Didalam laptop atau pc harus terinstal arduino ide sebagai *Software* untuk pemrograman. *Software* tersebut beroperasi menggunakan java dan dapat berjalan di *windows*, *linux*, *ios* dll.<sup>[6]</sup>



Gambar 2. 1 Laptop.<sup>[7]</sup>.

### 2.2.2. *Android*

*Android* atau ponsel merupakan perangkat keras dengan berbagai fitur dan aplikasi. *Android* merupakan subset perangkat lunak untuk perangkat mobile yang meliputi system operasi, middleware dan aplikasi inti yang direlease oleh Google. Kegunaan *android* untuk pemrograman biasanya digunakan untuk memberikan kesan yang lebih baik dengan adanya penambahan mode IoT dengan koneksi wifi maupun *bluetooth*.<sup>[8]</sup>



Gambar 2. 2 *Android* atau Ponsel

### 2.2.3. Sistem Program

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *Software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.<sup>[9]</sup>



Gambar 2. 3 *Software* Arduino IDE.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *Software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan ArduinoLaser GRBL adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengontrol komponen dan menguji kinerja mesin CNC *Engraver*, cara penggunaannya membutuhkan komputer untuk memasukan perintah-perintah yang mengatur pergerakan axis X dan axis Y dengan cara mengatur putaran servo dan arah putaran motor stepper setiap axis X dan Y pada mesin laser *Engraver* pada perintah G-Code, *Software* GRBL yaitu sebuah aplikasi yang dapat mengunggah file G-Code ke Arduino, agar arduino dapat

membaca perintah dalam bentuk G-Code. *Software* GRBL tersebut memudahkan para pengguna untuk memproses pemrograman mesin laser *Engraver* pada sistem microcontroller yang digunakan pengguna. Tampilan *Software* Laser GRBL di perlihatkan pada gambar 2.4 Pada *Software* ini bisa memberikan perintah secara langsung dari pengguna *Software*.<sup>[10]</sup>



Gambar 2. 4 Aplikasi Laser GRBL

G-Code2GRBL merupakan aplikasi yang digunakan untuk *android* sebagai *input* gambar dengan *extense g-code*. Aplikasi ini bisa digunakan dengan *wireless*. *Wireless* yang digunakan yaitu dengan mengandalkan koneksi *bluetooth*.<sup>[11]</sup>



Gambar 2. 5 Aplikasi G-Code2GRBL

Dalam melakukan pemrograman awal yang dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE harus dengan menggunakan beberapa library

yaitu Software serial dan grbl. Dalam program grbl difungsikan untuk memberikan algoritma grbl dari arduino ke CNC shield agar motor driver menerima logika untuk menggerakkan motor stepper.<sup>[10]</sup> Selain program grbl juga harus adanya program komunikasi dari arduino cnc shield dengan hc-05 untuk bisa terkoneksi dengan perangkat keras (*android*). Pemrograman dengan HC-05 harus menggunakan library Software serial. Dengan menggunakan koneksi *bluetooth* harus adanya bantuan perangkat lunak yaitu aplikasi GRBL sebagai kontrol dan mengirimkan data atau instruksi ke arduino menggunakan perantara *bluetooth*.

#### 2.2.4. Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih IDE adalah sebuah Software yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memory microcontroller<sup>[12]</sup>



Gambar 2. 6 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis microcontroller ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau Atmega 16 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. ArduinoNano

tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Nano

No	Spesifikasi	Detail
1	Mikrokontroler	Atmega328
2	Operasi tegangan	5 Volt
3	<i>Input</i> tegangan	Disarankan 7-12 Volt
4	<i>Input</i> tegangan batas	6-20 Volt
5	Pin I/O <i>digital</i>	14 (6 bisa untuk PWM)
6	Pin <i>Analog</i>	8
7	Arus DC tiap pin I/O	40 mA
8	Memori Flash	32KB
9	Kecepatan <i>clock</i>	16 Hz

### 2.2.5. kontroller *Laser CNC 2 Axis*

Kontroller *Laser CNC 2 axis* mengacu pada perangkat lunak kelas atas yang bekerja dengan terbuka sumber untuk mengontrol gerakan mesin CNC. *kontroller Laser CNC 2 axis* diproduksi oleh *annoy's tools*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. *kontroller Laser CNC 2 axis* ini akan digunakan di mesin CNC. Memiliki pengontrol mikro bernama ATMEGA328, Gambar 2.7 dengan pengontrol *offline* yang akan memungkinkan pengendalian mesin saat sedang *offline*. Ini akan memberikan pegangan instan mesin tanpa perlu koneksi handphone. *kontroller Laser CNC 2 axis* ini banyak digunakan pada *platform* dibuat oleh *Atmel Corporation*. Ini terdiri dari fitur standar seperti; memori

hanya baca. Selain itu, ia memiliki memori akses acak dengan *port* untuk *input* dan *output*.<sup>[13]</sup>



Gambar 2. 7Kontroller Laser CNC 2 Axis

Tabel 2. 3 Spesifikasi kontroler laser CNC 2 axis

No	Spesifikasi	Detail
1	<i>Support Software</i>	Laser GRBL,candle,aspir
2	<i>System Support</i>	windows XP/Win 7/Win 8/Win 10
3	<i>Stepper Motor Driver</i>	A4988
4	<i>Stepper Motor</i>	NEMA 17
5	Laser	<i>max</i> 12V 5A (1W/2.5W/5.5W/7W/10W/15W)
6	<i>Power Input</i>	24V (12-24V)
7	<i>Offline Control</i>	<i>Support</i>

### 2.2.6. Driver Motor

*Driver* motor 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.<sup>[14]</sup>



Gambar 2. 8 driver motor

IC A4988 adalah driver microstepping motor yang lengkap dengan built-in penerjemah untuk memudahkan pengoperasian. IC ini dirancang untuk mengoperasikan berbagai macam motor stepper, baik motor stepper bipolar penuh, setengah, atau seperempat. Dengan output hingga 35V dan  $\pm 2A$ . IC A4988 memiliki kemampuan untuk beroperasi dalam slow atau mixed decay mode. Bentuk IC A4988 dapat dilihat pada gambar 15 dibawah ini, IC A4988 memiliki 8 buah kaki yang terdapat pada sisi kanan dan sisi kirinya.

Spesifikasi motor driver a4988.<sup>[15]</sup>

1. *Low RDS(ON) outputs*
2. *Automatic current decay mode detection/selection*
3. *Mixed and Slow current decay modes*
4. *Synchronous rectification for low power dissipation*
5. *Internal UVLO*

6. *Crossover-current protection*
7. *3.3 and 5 V compatible logic supply*
8. *Thermal shutdown circuitry*
9. *Short-to-ground protection*
10. *Shorted load protection*
11. *Five selectable step modes: full, 1/2, 1/4, 1/8, and 1/16*

### **2.2.7. Motor Stepper Nema 17**

Stepper motor adalah seperangkat alat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit (Islami, 2010). Stepper Motor bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan stepper motor diperlukan pengendali stepper motor yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik seperti driver motor. Pada penelitian dipilih stepper motor sebagai aktuator atau penggerak. Pemilihan stepper motor dilakukan karena motor tersebut dapat dikendalikan dengan cukup mudah dan memiliki ketelitian yang tinggi. Adapun motor yang akan digunakan pada perakitan ini adalah stepper motor jenis Nema17 dengan torsi 178.5 oz-inch (1.26 Nm). Cocok digunakan untuk pengerjaan bahan PCB, acrylic, kayu, dan aluminium.<sup>[16]</sup>



Gambar 2. 9 Motor Stepper Nema17.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Nema 17<sup>[20]</sup>

No	Properti	Keterangan
1	<i>Model Number</i>	OK42STH34
2	<i>Phase Number</i>	2
3	<i>Operating Voltage</i>	12 - 24 V
4	<i>Current</i>	1.33 A
5	<i>Step Angle</i>	1.8 Degree
6	<i>Resistance</i>	2.1 ohm
7	<i>Inductance</i>	2.5mH
8	<i>Radial Torque</i>	2.5 kg.cm
9	<i>Holding Torque</i>	450 N.m
10	<i>Shaft Diameter</i>	5 mm
11	<i>Rotary inertia</i>	35g.cm <sup>2</sup>
12	<i>Motor Weight</i>	0.22 kg
13	<i>Dimension</i>	42 x 42 x 34 mm (L x W x D)

### 2.2.8. Bluetooth HC-05

Ada dua jenis *bluetooth* ke modul serial dengan ganjil dan genap. *Bluetooth* seri bernomor ganjil sebagai HC05 atau HC-03 adalah versi perbaikan dari *Bluetooth* untuk Serial Modul HC-06 atau HC-04. *Bluetooth* ke serial modul HC-05 dapat ditetapkan sebagai master atau slave perangkat seperti HC-06 modul yang hanya bisa digunakan sebagai Slave.<sup>[17]</sup>

Gambar 2. 10 Modul *Bluetooth* HC-05.

Tabel 2. 5 Spesifikasi *Bluetooth* HC-05

No	Nama Pin	Keterangan
1	<i>Enable/Key</i>	Pin ini digunakan untuk beralih antara Mode Data (set rendah) dan mode perintah AT ( <i>setting</i> ). Secara default dalam mode Data
2	Vcc	Sumber modul. Hubungkan ke tegangan suplai + 5V
3	<i>Ground</i>	Sambungkan ke GND
4	<i>TX/Transmitter</i>	Mengirimkan Data <i>Serial</i> . Semua yang diterima melalui <i>Bluetooth</i> akan diberikan oleh pin ini sebagai data serial
5	<i>RX/Receiver</i>	Terima Data <i>Serial</i> . Setiap data serial yang diberikan ke pin ini akan disiarkan melalui <i>Bluetooth</i>
6	<i>State</i>	Pin status terhubung ke LED <i>on board</i> , ini dapat digunakan sebagai umpan balik untuk memeriksa apakah <i>Bluetooth</i> berfungsi dengan benar

7	LED	Menunjukkan status Modul Berkedip sekali dalam 2 detik: Modul telah memasuki Mode Perintah Berkedip Berulang; Menunggu koneksi dalam Mode Data Berkedip dua kali dalam 1 detik: Sambungan berhasil dalam Mode Data
8	<i>Button</i>	Digunakan untuk mengontrol <i>Key/Enable</i> pin untuk beralih antara Data dan Mode perintah

*Spesifikasi bluetooth HC-05 pada Software.*

1. *Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800*
2. *Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.*
3. *Status instruction port PIO1: low-disconnected, high- connected;*
4. *PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.*
5. *Auto-connect to the last device on power as default.*
6. *Permit pairing device to connect as default.*
7. *Auto-pairing PINCODE:"0000" as default.*
8. *Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.*

Antarmuka yang dipergunakan untuk mengakses module ini yaitu serial **TXD**, **RXD**, **VCC** serta **GND**. Serta terdapat LED (*built in*) sebagai indikator koneksi *bluetooth* terhadap perangkat lainnya seperti sesama modul, dengan *smartphone android*, dan sebagainya. Jangkauan jarak efektif module ini saat terkoneksi dalam range 10 meter, dan jika melebihi dari range tersebut maka kualitas konektivitas akan semakin kurang maksimal. Module ini dapat digunakan sebagai mode slave (Rx), maupun mode master (TX) dan memiliki 2 metode konfigurasi yaitu AT Mode dan *Communication Mode*. Pada AT Mode berfungsi sebagai pengaturan konfigurasi dari HC-05, sedangkan pada *Communication Mode* berfungsi sebagai komunikasi nirkabel dengan perangkat atau piranti lainnya.

### 2.2.9. Laser Modul

Dioda Laser atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Laser Diode adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah (Infrared/IR) ketika dialiri arus listrik. Yang dimaksud dengan Radiasi Koheren adalah radiasi dimana semua gelombang berasal dari 1 sumber yang samadan berada pada frekuensi dan fasa yang sama juga <sup>[19]</sup>.



Gambar 2. 11 Laser Modul <sup>[2]</sup>

Tabel 2. 6 Spesifikasi 2.6 Laser Modul

<i>Modul Laser</i>	
<i>Model Number</i>	2500mw 1w 450NM
<i>panjang gelombang</i>	450NM
<i>Arus listrik</i>	1A- 3A
<i>Voltage</i>	DC 12V
<i>suhu kerja</i>	-10 ~+40
<i>Driver module</i>	PWM TTL

Kata Laser merupakan singkatan dari *Ligh Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang artinya adalah mekanisme dari suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik melalui *proses* pancaran terstimulasi. Radiasi Elektromagnetik tersebut ada yang dapat dilihat oleh mata normal, ada juga yang tidak dapat dilihat. Panjang Gelombang (*Wavelength*) terlihat yang terbuat dari Gas Dioda Laser pertama kali diperkenalkan oleh Nick Holonyak Jr yaitu seorang Ilmuwan yang bekerja di *General Electric* pada tahun 1962. Pada dasarnya, Dioda Laser hanyalah salah satu jenis perangkat ataupun teknologi yang dapat menghasilkan sinar Laser. Jenis-jenis perangkat ataupun Teknologi lainnya yang dapat menghasilkan sinar Laser diantaranya adalah Solid-state Laser, Laser Gas, Laser Excimer dan Dye Laser<sup>[13]</sup>.

Kelebihan Dioda Laser dibandingkan dengan Laser Konvensional :

1. Lebih kecil dan Ringan.
2. Membutuhkan Arus listrik, Tegangan dan Daya yang rendah.
3. Intensitas rendah.
4. Sudut Beam yang lebar (*Wide-angle Beam*).

### 2.2.10. GRBL Offline Controller CNC

GRBL Offline Controller CNC adalah perangkat keras yang bekerja dengan terbuka, sumber untuk mengontrol gerakan mesin CNC. Dengan modul pengontrol offline Kita dapat mengontrol CNC Laser tanpa terhubung ke komputer kita dapat mengontrol CNC secara manual. Lokasi Sumbu X dan Y dapat disesuaikan secara manual sebagai titik awal ukiran. Mode buka atau tutup laser juga dapat dikontrol secara manual oleh modul ini. Akses Dua Arah File Ukiran yang diajukan dapat langsung dibaca setelah kita memasukkan g-code file ke dalam kartu SD. Kita juga dapat menghubungkan modul offline ke komputer dengan kabel micro USB, kemudian menyimpan file secara langsung. Modul CNC offline Mudah Digunakan, Yang harus kita lakukan adalah menghubungkan modul offline ke papan pengontrol GRBL, kemudian kita dapat mengontrol CNC laser dengan modul ini.



Gambar 2. 12 GRBL Offline Controller CNC

Tabel 2. 7 GRBL Offline Controller CNC

<i>GRBL Offline Controller CNC</i>	
<i>Model Number</i>	B07JLJ4HC8
<i>Merek</i>	SainSmart
<i>Dimensi</i>	9.4 x 4.8 x 3.4 cm; 60 Grams
<i>Voltage</i>	DC 12V
<i>Suport Software</i>	Laser GRBL, universal gcode sender,aspire

### 2.2.11. Adaptor

Adaptor adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan arus searah bagi CNC *milling* seperti untuk sumber daya motor *stepper*, *spindle* motor DC, dan mikrokontroler *woodpecker GRBL controller*. Fungsi dasar dari adaptor adalah merubah tegangan arus bolak balik menjadi arus searah. Daya yang dihasilkan oleh adaptor ini dijaga konstan agar memberikan suplai yang optimal bagi motor *stepper*, *spindle* motor DC, mikrokontroler *woodpecker GRBL controller*. Adapun besarnya tegangan yang terdapat pada terminal adaptor arus searah ini adalah 24 VDC 5A.<sup>[21]</sup>



Gambar 2. 13 Adaptor

Tabel 2. 8 Spesifikasi Adaptor

Adaptor	
<i>Model Number</i>	1250
Input	AC 100-240V
Frekuensi	50/60 hz
Voltage	DC 12V
<i>Output</i>	12V-5A