

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka ini digunakan sebagai pembandingan antara cara manual dengan cara membuat gambar lalu di print, kemudian digosok dan di larutkan dalam cairan kimia HCL dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Dengan cara manual tentu saja banyak permasalahan yang muncul seperti, dalam penakaran yang salah maka akan membuat PCB (*Printed Circuit Board*) menjadi rusak dan *project* gagal. Tinjauan pustaka ini digunakan sebagai pembandingan antara penelitian yang sudah dilakukan dan tugas akhir yang akan dikerjakan. Beberapa penelitian yang terkait dengan mesin CNC akan dijadikan acuan sebagai bahan pengembangan tugas akhir yang dikerjakan.

Pada penelitian mengenai rancang bangun Mesin CNC drilling menggunakan sistem kontrol GRBL untuk lubang PCB Mesin CNC drilling ini adalah mesin perkakas yang berkerja dengan 3 sumbu x,y,dan z. mesin CNC drilling akan bekerja sesuai dengan pola gambar benda kerja yang dibuat dan dilengkapi dengan sistem kontrol mikrokontroler digunakan untuk menerima g-code dari pc yang dikirim ke mikrokontroler yang selanjutnya di kontrol menggunakan GRBL controller untuk menggerakkan *motor stepper*.<sup>[3]</sup>

Pada penelitian Implementasi Mini CNC Router 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GRBL juga dapat dipergunakan untuk pembuatan huruf dan gambar. Mesin CNC menggunakan tiga buah motorstepper dan satu buah motor dengan kecepatan tinggi, yang berfungsi untuk spindle, dan sebagai rangkaian elektronika menggunakan arduino dan sheel driver *motor stepper*. Tiga buah *motor stepper* ini di kontrol dengan software GRBL 3.6.1 dan Easel.<sup>[2]</sup>

Pada penelitian Rancang bangun mesin CNC milling menggunakan sistem kontrol GRBL untuk pembuatan layout PCB mikrokontroler digunakan untuk menerima G-Code dari komputer yang dikirim ke mikrokontroler yang selanjutnya dikontrol menggunakan GBRL kontroller untuk menggerakkan *motor stepper*. Mesin CNC ini dikendalikan dengan menggunakan software GRBL dimana ketika program dimasukkan kedalam software tersebut, stepper motor, spindle serta mata bor akan bergerak. Perancangan ini menggunakan 3 buah *motor stepper* dimana setiap *motor stepper* berfungsi untuk

menggerakkan sumbu X, Y, dan Z. Spindle digunakan sebagai pengendali mata bor yang berfungsi untuk mengukir layout pada PCB.<sup>[4]</sup>

Jadi dari data jurnal di atas pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penulis berinisiatif untuk melakukan inovasi ke mesin mini CNC untuk *layout* PCB yang sudah dibuat, dengan menambahkan beberapa cara kerja mesin, seperti yang semula hanya untuk milling PCB penulis menambahkan cara kerja mesin yaitu drilling agar saat mesin selesai dalam pekerjaan PCB langsung dapat digunakan dan pembersihan otomatis agar saat mesin melakukan pemakanan pada papan PCB tidak perlu membersihkan secara manual karena jalur tertutup serpihan pahat, jadi tinggal menunggu mesin berhenti dengan hasil jadi papan PCB yang siap di gunakan .

## 2.2 Komponen-Komponen Alat

Komponen elektrik merupakan bagian yang berfungsi memberikan tegangan listrik ke komponen mekanik supaya bergerak sesuai perintah *controller*, yaitu:

### 2.2.1 Mikrokontroler Arduino UNO R3



Gambar 2. 1 Arduino UNO R3

Arduino merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang dilengkapi dengan aplikasi pemrograman. *Board* ini didasarkan pada mikrokontroler ATmega328 dan memiliki 14 pin digital *input/output* (dengan 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik, dan tombol *reset*. Seluruh pin pada *board* ini dirancang untuk mendukung mikrokontroler dan dapat terhubung ke komputer melalui kabel USB atau sumber tegangan dari adaptor AC-DC atau baterai. Detail spesifikasi dan tampilan *board Arduino Uno* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino UNO R3<sup>[4]</sup>

Mikrokontroler	ATMega328P
Tegangan <i>input (recommended)</i>	7V – 12V
Tegangan <i>input (limit)</i>	6V – 20V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin analog <i>input</i>	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC per pin 3.3V	150 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan Pewaktu	16 Hz

### 2.2.2 CNC Shield V3



Gambar 2. 2 CNC Shield V3

CNC *shield V3* merupakan sebuah modul elektronik untuk mesin CNC yang terdiri dari beberapa rangkaian elektronika. Fungsinya adalah sebagai modul yang akan dipasang pada mikrokontroler Arduino dan *driver* A4988. Untuk bekerja dengan baik, CNC *shield* perlu dipasang pada Arduino dan terdapat 4 slot saluran untuk memasang modul *driver motor stepper* A4988 yang berfungsi mengendalikan *motor stepper* pada sumbu X, Y, Z dan A. Selain itu, CNC *shield* juga memiliki beberapa pin dan slot sebagai input dan output dari beberapa komponen seperti *motor stepper*, *limit endstop*, dan *emergency*. Pengendalian CNC *shield* dilakukan melalui program pengubah *G-code* menjadi gerak mekanis pada *motor stepper* yang terhubung pada CNC *shield*, seperti contohnya

menggunakan *software* GRBL [2]. Spesifikasi CNC *shield* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi CNC shield

<i>Vesion</i>	3
<i>Support axis</i>	4 <i>axis</i> (X, Y, Z dan A)
<i>Software control</i>	GBRL
<i>Voltage input</i>	12-36 VDC
<i>Support stepper driver</i>	DRV8825 atau A4988

### 2.2.3 Driver Motor A4988



Gambar 2. 3 *Driver* Motor A4988

*Driver* Motor 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 jedaanya <sup>[5]</sup>. Spesifikasi *Driver* Motor A4988 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi *Driver* Motor A4988 <sup>[6]</sup>

<i>Load Supply Voltage Range</i> ( $V_{BB}$ )	8 – 35 V
<i>Logic Supply Voltage Range</i> ( $V_{DD}$ ):	3.0 – 5.5 V
<i>Output on Resistance</i>	430 m $\Omega$

<i>Motor Supply current</i>	4 mA
<i>Logic Supply Current</i>	8 mA
<i>Logic Input Voltage</i>	$V_{DD} \times 0.7$ V
<i>Logic Input Current</i>	-20 – 20 microA
<i>Crossover Dead Time</i>	100 – 800 ns
<i>Overcurrent Protection Threshold</i>	2.1 A
<i><math>V_{DD}</math> Undervoltage Lockout</i>	2.7 – 2.9 V

## 2.2.4 Modul Bluetooth HC-05



Gambar 2. 4 Modul *Bluetooth* HC-05

*Bluetooth* adalah suatu standar komunikasi tanpa kabel yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk bertukar data antara perangkat mobile seperti laptop, HP, PDA, dan sejenisnya. Salah satu contoh dari module *bluetooth* yang populer adalah HC-05. HC-05 adalah module *bluetooth* yang umumnya tersedia dengan harga terjangkau. Module *bluetooth* HC-05 memiliki 6 pin konektor, dan setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda. Untuk modul bluetooth HC-05, diperlukan pasokan tegangan 3,3 V yang terhubung ke pin 12 sebagai VCC. Fungsi pin 1 pada modul adalah sebagai pemancar sinyal, sementara fungsi pin 2 adalah sebagai penerima sinyal <sup>[5]</sup>. Spesifikasi Modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul *Bluetooth* HC-05<sup>[7]</sup>

<i>Bluetooth Protocol</i>	V2.0 + EDR ( <i>Enhanced Data Rate</i> )
<i>Frequency</i>	2.4 GHz ISM band
<i>Modulation</i>	GFSK ( <i>Gaussian Frequency Shift Keying</i> )
<i>Emission power</i>	$\leq 4$ dBm , <i>Class 2</i>
<i>Sensitivity</i>	$\leq -84$ dBm at 0.1 % BER
<i>Speed</i>	<i>Asinkron</i> 2.1 Mbps/160kbps; <i>Sinkron</i> 1 Mbps/1 Mbps
<i>Voltage</i>	+3.3 – 6.0 V
<i>Current</i>	30 mA
<i>Dimensi</i>	26.9 mm x 13 mm x 2.2 mm

### 2.2.5 Motor stepper

Gambar 2. 5 Motor *stepper*

*Motor stepper* adalah sebuah perangkat elektromekanis yang mengubah pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis diskrit. Gerakan *motor stepper* tergantung pada urutan pulsa yang diberikan, sehingga diperlukan pengendali khusus untuk menggerakkannya dengan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan *motor stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan motor DC konvensional. Keunggulan tersebut antara lain sudut rotasi *motor stepper* proporsional dengan pulsa masukan, torsi penuh yang diberikan saat motor mulai bergerak, kemampuan menentukan posisi dan pergerakan secara presisi, dan lain sebagainya. *Motor stepper* Nema 17 merupakan jenis *motor stepper* hibrid dan bipolar. Motor ini memiliki ukuran *end face* sebesar 1,7 inci x 1,7 inci. Tersedia dalam varian poros tunggal dan ganda dengan sudut

langkah  $1,8^\circ$  hingga  $0,9^\circ$ . Bentuk porosnya bulat dan dapat disesuaikan. Tegangan penggeraknya berkisar antara 12 hingga 24V, dan kecepatan maksimumnya bisa mencapai 2000 rpm. *Motor stepper* ini banyak digunakan pada printer 3D, mesin ukiran, mesin pemotong film, dan berbagai aplikasi lainnya.

Pada *motor stepper*, terdapat berbagai pilihan mode step yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Mode step yang tersedia meliputi *full step*, *half step*, dan *microstep*. Untuk keperluan yang membutuhkan perubahan sudut dan ketelitian yang sangat halus, atau untuk mencapai gerakan motor yang halus, dapat menggunakan mode *microstep*. Mode ini membagi sudut  $1,8^\circ$  (*full step*) menjadi 32 langkah, sehingga setiap langkahnya memiliki sudut  $0,05625^\circ$  pada mode *microstep* <sup>[8]</sup>. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.5 mengenai konfigurasi mikro *stepping*.

Tabel 2. 5 Spesifikasi motor *stepper*<sup>[1]</sup>

<i>Rated Voltage</i>	4-12 VDC
<i>Current</i>	1.2A
<i>Step Angel</i>	1.8 deg
<i>Motor Length</i>	1.54 inches
<i>Operating Temperture</i>	-10 to 40°C
bipolar	4 wires
200 steps per revolution, 1.8 degrees	

### 2.2.6 Motor DC Spindle



Gambar 2. 6 Motor DC Spindle

Motor DC *spindle* pada mesin CNC *milling* memiliki fungsi untuk mengatur putaran dan pergerakan cutter pada sumbu Z, yang kemudian digerakkan oleh motor dengan sistem transmisi *belting* atau kopling. Motor *spindle* pada mesin CNC *milling* memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung pada jenis mesinnya. Namun, motor *spindle* tetap menjadi bagian yang sangat penting pada mesin CNC *milling* karena spindle inilah yang akan langsung berinteraksi dengan benda kerja. Oleh karena itu, untuk merancang mesin CNC *milling*, *tool* yang digunakan adalah Spindle Motor + ER11 *Collet* dengan kecepatan putaran 4.000-12.000 rpm dan daya sebesar 775 Watt <sup>[9]</sup>. Spesifikasi Motor DC *spindle* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor DC Spindle

<i>Rated voltage</i>	12 – 36 VDC
<i>Speed Range</i>	4000 - 12000 rpm
<i>Stall current</i>	4.7 A
<i>Load power</i>	20.4 W
<i>Motor Diameter</i>	Approx. 45 mm
<i>Motor shaft</i>	5 mm
<i>Model number</i>	ER11 spindle motor

## 2.2.7 Power Supply



Gambar 2. 7 *Power Supply*

*Power supply* merupakan suatu perangkat yang bertugas menyediakan pasokan tegangan DC utama untuk CNC controller, *motor stepper*, dan *tool/spindle*. Tugas utama dari *power supply* ini adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Selain itu, daya yang dihasilkan oleh *power supply* ini dijaga tetap konstan agar memberikan suplai optimal bagi motor dan *spindle* [10]. *Power supply* yang digunakan untuk mesin CNC *milling* sebesar 24 VD.

Tabel 2. 7 Spesifikasi *Power Supply*

Tegangan	24 V
Arus	5 A
Input AC	220 V

### 2.2.8 Kipas Dc



Gambar 2. 8 Kipas DC

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (exhaust fan), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Ukuran kipas angin mulai bervariasi ada kipas angin mini (Kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), kipas angin digunakan juga di dalam unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan processor, power supply dan casing. Kipas angin tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang ditetapkan. Kipas angin juga dipasang pada alas laptop untuk menghantarkan udara dan membantu kipas laptop dalam mendinginkan suhu laptop tersebut.<sup>[11]</sup>

Pada kipas *DC* kali ini menjadi salah satu komponen di rancang bangun mini CNC, yang berfungsi untuk menyapu atau menghilangkan sisa ukiran PCB yang menempel di papan.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Kipas *DC*

Tegangan	12 V
Daya	0,75 W
Speed	4000 Rpm

## 2.2.9 Relay



Gambar 2. 9 Relay

Relay adalah suatu komponen yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar magnet.

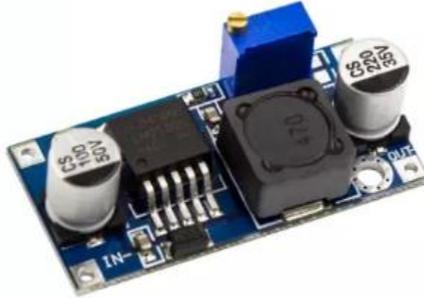
Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V/2A. Pada gambar berikut merupakan tampilan dari modul relay dengan satu channel.<sup>[12]</sup>

Tabel 2. 9 Spesifikasi Relay

<i>Supply Voltage</i>	3.75 to 6 V
<i>Quiescent Current</i>	2 mA
<i>Current when the relay is active</i>	70 mA
<i>Relay maximum contact voltage</i>	250 VAC or 30 VDC
<i>Relay maximum current</i>	10 A

### 2.2.10 Modul Stepdown

Tegangan masukan (input voltage) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Modul step-down merupakan komponen tambahan yang diperlukan yang berfungsi sebagai penurun tegangan dari *power supply* ke Arduino.



Gambar 2. 10 Modul *Stepdown*[<sup>13</sup>]

Tabel 2. 10 Spesifikasi *Stepdown*

<b>Rating</b>	<b>Value</b>
<i>Maximun Supply Voltage</i>	45 V
<i>SD/SS Input Voltage</i>	6 V
<i>Delay Pin Voltage</i>	1.5 V
<i>Flag Pin Voltage</i>	45 V
<i>Feedback Pin Voltage</i>	25 V
<i>Output Voltage to Ground</i>	-1 V
<i>Storage Temperature</i>	-65 to 150 °C