

BAB II DASAR TEORI

2.1 Studi Literatur

Pada studi literatur ini akan membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk digunakan sebagai penambahan referensi dalam pengembangan sistem yang akan dirancang.

- a. Pada jurnal “Perancangan Mesin CNC *Router* Kayu Mini” ditulis oleh Wibowo dan Supriyati. Hasil dari jurnal tersebut menjelaskan bahwa: Mendesain sebuah mesin dengan ukuran area kerja 800 mm x 800 mm dan ketinggian benda kerja sekitar 200 mm. Mesin CNC ini menggunakan motor stepper NEMA 17 dan motor *spindle* dengan daya 500W dan kecepatan putaran 10.000 RPM. Untuk kerangka mesin, menggunakan bahan aluminium *V-Slot* 2040. Namun, mesin ini memiliki kelemahan dalam pengoperasian karena hanya dapat dikendalikan melalui komputer dan umumnya digunakan untuk membuat hiasan atau dekorasi dengan ukuran yang relatif kecil ^[1].
- b. Pada jurnal “Rancang Bangun Mesin CNC *Router*” ditulis oleh Muhamad Yusril,dkk. Hasil dari jurnal tersebut menjelaskan bahwa Mesin CNC ini menggunakan perangkat lunak yang didasarkan pada program *Match3* untuk mengubah kontrol perangkat dan melakukan pengaturan informasi *port* dan tanda pada antarmuka agar dapat dibaca dengan akurat oleh aktuator melalui PC. Kerangka mekanis dan elektronik yang digunakan dalam mesin sakelar CNC telah diuji menggunakan bahan seperti akrilik, ACP, dan multipleks, dan telah dibuat sesuai dengan kerangka kontrol *Mach3* dalam program mesin. Pada ketiga sumbu, mesin ini memiliki tingkat akurasi sebesar 0,01 mm yang menggunakan *Wipro Dial Pointer* dengan presisi 0,01 mm ^[7].
- c. Pada jurnal dengan judul “Implementasi Mini CNC *Router* 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GBRL 3.6.1” ditulis oleh Roswaldi Sk,dkk. Hasil jurnal tersebut menjelaskan bahwa pengujian menunjukkan akurasi dan kepresisian sumbu X, Y, dan Z pada mesin mini CNC *router* 3 axis, memiliki kesalahan rata – rata 1,2 % untuk sumbu X, sumbu Y memiliki kesalahan 1,3%, dan sumbu

Z memiliki kesalahan 5,8 %. Sedangkan pada pengujian gambar/logo 2 % ^[3].

Pada Tabel 2.1 Parameter input, proses, dan output dari tinjauan pustaka diatas dan tugas akhir ini.

Tabel 2. 1 Parameter input, proses, dan output

No	Penelitian	Input	Proses	Output
1	Perancangan Mesin CNC Router Kayu Mini	Program <i>numerical control(Gcode)</i>	Menggunakan software Master cam x5 pada laptop untuk mengoperasikan mesin cnc.	3 Axis
2	Rancang Bangun Mesin CNC Router	Program <i>numerical control(Gcode)</i>	Menggunakan software Mach3 pada komputer untuk mengirimkan program gcode dan mengontrol mesin cnc.	3 Axis
3	Implementasi Mini CNC Router 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GRBL 3.6.1	Program <i>numerical control (Gcode)</i>	Megirimkan <i>gcode</i> dengan software GBRL 3.6.1 dan Easel pada komputer	3 Axis
4	Rancang Bangun CNC Router 3 Axis Ukir Kayu untuk Kerajinan Kaligrafi Dikendalikan	Program <i>numerical control (Gcode)</i>	Menggunakan aplikasi yang dibuat untuk membuat desain, <i>gcode</i> dan mengirimkan <i>gcode</i>	3 Axis

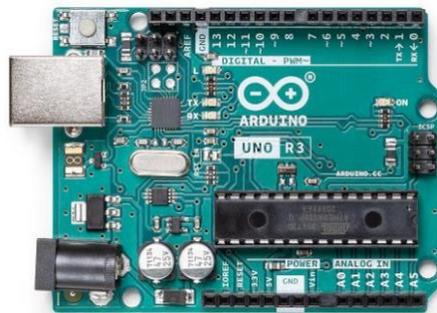
	dengan Komputer		dioperasikan dengan <i>smartphone</i> tanpa <i>PC</i> .	
--	-----------------	--	---	--

Pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pengoperasian mesin *CNC* masih menggunakan *PC*. Perbandingan dari berbagai macam aspek ketiga jurnal yang telah dibahas sebelumnya. Setiap jurnal memiliki kelebihan masing – masing. Pada tugas akhir ini memiliki keunggulan yaitu dapat mengoperasikan mesin *CNC* menggunakan *smartphone* dengan aplikasi tanpa *PC*.

2.2 Komponen-Komponen Alat

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

1. Mikrokontroler Arduino UNO R3



Gambar 2. 1 Arduino UNO^[8]

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 2.2^[3].

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino *UNO*^[8]

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan input (Rekomendasi)	V – 12V
Tegangan input (Limit)	6V – 20V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin analog input	6
Penyimpanan cepat	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan Pewaktu	16 Hz

2. CNC *Shield* V3



Gambar 2. 2 CNC *Shield* V3 ^[9]

CNC *shield* 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 3 slot saluran untuk memasang modul *driver* motor *stepper* A4988 yang berfungsi mengendalikan motor *stepper* pada sumbu X, Y dan Z. 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. Dalam gambar 2.2, terlihat keterangan

mengenai CNC *shield* ^[3]. Spesifikasi CNC *shield* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi CNC *Shield* ^[9]

<i>Version</i>	3
<i>Support axis</i>	4 axis (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

3. *Driver Motor A4988*

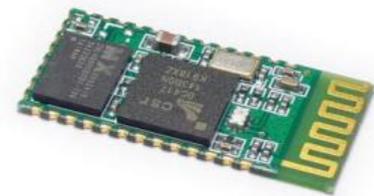


Gambar 2. 3 *Driver Motor A4988* ^[10]

Motor *driver* 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 ^[11]. Spesifikasi *Driver Motor A4988* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Spesifikasi *Driver Motor A4988* ^[12]

<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 Ω
<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
V_{DD} <i>Undervoltage Lockout</i>	2.7 – 2.9 V

4. Modul *Bluetooth HC – 05*Gambar 2. 4 Modul *Bluetooth HC – 05* ^[13]

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 ^[11]. Spesifikasi Modul *Bluetooth HC-05* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul *Bluetooth HC – 05* ^[13]

<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>	≤ 4 dBm , <i>Class 2</i>
<i>Sensivity</i>	≤ -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

5. Motor *Stepper*

Gambar 2. 5 Motor *Stepper* ^[14]

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° hingga 0,9°. 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*^[15]. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.6 mengenai konfigurasi mikro *stepping*.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor *Stepper* NEMA 17 ^[14]

<i>Rated Voltage</i>	12 VDC
<i>Current</i>	1.2A at 4V
<i>Step Angel</i>	1.8 deg
<i>No. of Phases</i>	4
<i>Motor Length</i>	1.54 inches
<i>Operating Temperture</i>	-10 to 40°C
<i>Unipolar Holding Torque</i>	22.2 oz – in
4 – wire, 8 inch lead	
200 steps per revolution, 1.8 degrees	

6. Motor *DC Spindle*



Gambar 2. 6 Motor *DC Spindle* ^[16]

Motor DC *spindle* pada mesin CNC *router* 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 *router* memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung pada jenis mesinnya. Namun, motor *spindle* tetap menjadi bagian yang sangat penting pada mesin CNC *router* karena *spindle* inilah yang akan langsung berinteraksi dengan benda kerja. Oleh karena itu, untuk merancang mesin CNC *router*, *tool* yang digunakan adalah *Spindle Motor* + ER11 *Collet* dengan kecepatan putaran 3.000-12.000 rpm dan daya sebesar 500 Watt^[17]. Spesifikasi Motor DC *spindle* dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Spesifikasi Motor DC *Spindle*^[16]

<i>Speed Range</i>	15.000 – 60.000 rpm
<i>Torque (S1 – 100%)</i>	0.25 N-m [2.2 in-lb]
<i>Power (S1 – 100%)</i>	1.2 kW [1.6 hp] at 60.000 rpm
<i>Frequency Range</i>	250 to 1000 Hz
<i>Voltage Range</i>	64 to 182 VAC
<i>Maximum Amperage</i>	4.8 amps at full torque (S1 – 100%)
<i>Motor Type</i>	AC asynchronous, 2 – pole, 3 – phase induction motor

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* ^[18].

8. Modul *Stepdown*



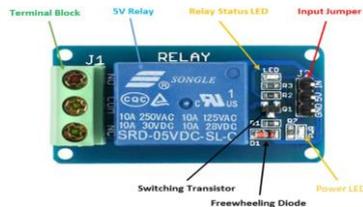
Gambar 2. 8 Modul *Stepdown* ^[19]

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* LM2596 merupakan komponen tambahan yang diperlukan SIM800L yang berfungsi sebagai penurun tegangan dari Arduino ^[20]. Spesifikasi Modul *Stepdown* dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul *Stepdown* ^[19]

<i>Rating</i>	<i>Value</i>
<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

9. Relay



Gambar 2. 9 Modul *Relay* ^[21]

Sebuah perangkat elektromekanis yang memanfaatkan arus listrik untuk mengendalikan pembukaan atau penutupan kontak sakelar atau biasa disebut relai. Modul relai saluran tunggal memiliki fitur yang lebih dari sekadar relai konvensional. Modul ini terdiri dari komponen yang mempermudah pengalihan dan penyambungan sirkuit, serta berfungsi sebagai penunjuk untuk menampilkan apakah modul tersebut sedang diberi daya dan apakah relai sedang aktif atau tidak. Modul relai saluran tunggal tidak hanya merupakan relai biasa, tetapi juga mengandung komponen yang memfasilitasi peralihan dan penyambungan sirkuit, serta bertindak sebagai indikator untuk menampilkan apakah modul tersebut diberi daya dan apakah relai sedang aktif. Salah satu komponen penting dalam modul ini adalah blok terminal sekrup. Bagian ini berfungsi sebagai titik kontak dengan arus listrik, sehingga diperlukan koneksi yang handal. Dengan adanya terminal sekrup, kabel listrik yang tebal dapat dengan mudah dihubungkan, yang mungkin sulit untuk disolder secara langsung. Blok terminal ini memiliki tiga koneksi yang terhubung ke terminal relai, yang masing-masing berfungsi sebagai terminal terbuka, terminal tertutup, dan terminal umum^[22]. Spesifikasi Relay dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 9 Spesifikasi *Relay*^[21]

<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

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan