



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasa Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>10</b>
3.1 Computer Numerical Control (CNC) .....	10
3.1.1 CNC Router .....	10
3.1.2 Alur Permesinan CNC .....	11
3.2 Pemrograman CNC .....	12
3.2.1 Metode Pemrograman CNC .....	13
3.3 Arduino .....	14
3.3.1 Arduino Uno .....	14
3.3.2 Arduino IDE .....	15
3.4 Motor Stepper .....	16
3.4.1 Jenis Motor Stepper .....	17
3.5 <i>Universal Gecode Sender</i> .....	19
3.6 Alat ukur .....	20
3.6.1 Penggaris .....	20
3.6.2 Jangka Sorong .....	20
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
4.1 Alat dan Bahan .....	22
4.2 Tahapan Penelitian .....	23
4.2.1 Sistematika Penulisan .....	23



3.3	Analisa Kebutuhan Sistem .....	25
4.4	Rancangan Perangkat Keras .....	26
4.4.1	Rancangan Mekanis .....	26
4.4.2	Rancangan Elektronis .....	26
4.5	Rancangan Perangkat Lunak Pendukung .....	29
4.6	Rancangan Pengujian .....	29
<b>BAB V</b>	<b>IMPLEMENTASI.....</b>	<b>31</b>
5.1	Implementasi Perangkat Keras .....	31
5.1.1	Implementasi Mekanis .....	31
5.1.2	Implementasi Elektronis .....	32
5.2	Implementasi Perangkat Lunak Pendukung .....	33
5.2.1	Kalibrasi Arah Sumbu .....	34
5.2.2	Kalibrasi Gerak Travel .....	36
5.2.3	Setting Kecepatan CNC .....	39
5.3	Pengujian .....	39
5.3.1	Pengujian Posisi .....	39
5.3.2	Pengujian Gerak Travel .....	39
5.3.3	Pengujian Area Kerja Maksimal .....	42
5.3.4	Pengujian Kecepatan .....	42
<b>BAB VI</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
6.1	Hasil Pengujian Posisi .....	46
6.2	Hasil Pengujian Gerak Travel .....	46
6.2	Hasil Pengujian Area Kerja Maksimal .....	48
6.3	Hasil Pengujian Kecepatan .....	49
6.5	Spesifikasi CNC .....	54
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>55</b>
7.1	Kesimpulan .....	55
7.2	Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 CNC Router Machine .....	11
Gambar 3.2 Arduino Uno.....	15
Gambar 3.3 Arduino IDE.....	16
Gambar 3.4 Motor Stepper Nema 17 .....	17
Gambar 3.5 Motor Stepper Variable Reluctance .....	17
Gambar 3.6 Motor Stepper Permanent Magnet .....	18
Gambar 3.7 Motor Stepper Hybrid .....	19
Gambar 3.8 Universal Gcode Sender.....	19
Gambar 3.9 Penggaris .....	20
Gambar 3.10 Jangka Sorong .....	21
Gambar 4.1 Diagram Penelitian.....	24
Gambar 4.2 Diagram Alir Kerja CNC .....	25
Gambar 4.3 Rancangan Rangka CNC.....	26
Gambar 4.4 Diagram Blok Elektronik.....	27
Gambar 4.5 Konfigurasi Coil Motor Stepper Usongshien 17HS4401S .....	27
Gambar 4.6 Rangkaian Skematik GRBL CNC Board.....	28
Gambar 5.1 Rangka CNC .....	31
Gambar 5.2 Rangkaian Elektronik .....	32
Gambar 5.3 <i>Library Grbl</i> .....	33
Gambar 5.4 Tampilan Setting CNC pada Serial Monitor .....	33
Gambar 5.5 Tampilan dari Universal Gcode Sender .....	34
Gambar 5.6 Kalibrasi Arah Sumbu.....	35
Gambar 5.7 Konfigurasi \$3 yang Dipakai .....	35
Gambar 5.8 Arah Sumbu CNC .....	36
Gambar 5.9 Resolusi Gerak Travel pada Setiap Sumbu .....	38
Gambar 5.10 Setting Kecepatan Maksimal dan Akselerasi .....	39
Gambar 5.11 Program Gcode Pengujian Sumbu X .....	40
Gambar 5.12 Program Gcode Pengujian Sumbu Y .....	41
Gambar 5.13 Program Gcode Pola Persegi Panjang.....	43
Gambar 5.14 Program Gcode Pola Segitiga .....	44
Gambar 6.1 Hasil Pengujian Ketepatan Posisi Sumbu X .....	47
Gambar 6.2 Hasil Pengujian Ketepatan Posisi Sumbu Y .....	47
Gambar 6.3 Hasil Gambar Area Maksimal.....	49
Gambar 6.4 Jarak Maksimal Sumbu Z.....	49
Gambar 6.5 Hasil Gambar dengan Kecepatan 1200 mm/menit dan ilustrasi Arah Gerakan .....	51
Gambar 6.6 Hasil Gambar dengan Kecepatan 1500 mm/step .....	51
Gambar 6.7 Hasil Gambar Segitiga dan Ilustrasi Arah Gerak .....	53
Gambar 6.8 Mesin CNC Berhenti Bekerja pada Kecepatan 1500 mm/menit.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
Tabel 3.1 M-Code dan G-Code.....	12
Tabel 4.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	22
Tabel 4.2 Tahapan Penelitian.....	23
Tabel 4.3 Konfigurasi Stepper Driver A4988 .....	29
Tabel 5.1 Konfigurasi Arah Gerak CNC.....	35
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sumbu X dan Y dengan Reolusi Gerak X=50 dan Y=200.....	37
Tabel 5.3 Penjelasan Program Gcode Sumbu X .....	40
Tabel 5.4 Penjelasan Program Gcode Sumbu Y .....	41
Tabel 5.5 Penjelasan Program Gcode Persegi Panjang.....	43
Tabel 5.6 Penjelasan Program Gcode Pola Segitiga .....	44
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Posisi.....	46
Tabel 6.2 Hasil Pengujian Gerak Travel .....	47
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Pola Persegi Panjang .....	50
Tabel 6.4 Hasil Pengujian Pola Segitiga .....	52
Tabel 6.5 Spesifikasi Mesin CNC Router .....	54