

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH ....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
SIMBOL.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	8
2.2.1 Mesin CNC ( <i>Computer Numerical Control</i> ) .....	8
2.2.2 Sistem mesin CNC.....	9
2.2.3 Pemrograman dalam CNC.....	10
2.2.4 <i>Plasma</i> .....	11
2.2.5 Prinsip kerja <i>plasma</i> .....	12

2.2.6 Perancangan.....	13
2.2.7 Metode perancangan James H. Earle.....	14
2.2.8 Gambar teknik .....	15
2.2.9 <i>Solidworks</i> .....	17
2.2.10 Komponen penggerak mekanis dan elektronika.....	18
2.2.11 Proses produksi.....	31

### **BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN**

3.1 Alat dan Bahan .....	34
3.1.1 Alat.....	34
3.1.2 Bahan .....	36
3.2 Metodologi Penyelesaian Masalah.....	41
3.3 Prosedur Pembuatan <i>NC-Code</i> (program) .....	49
3.4 Prosedur Pengujian Hasil .....	51

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Perancangan .....	54
4.1.1 Identifikasi masalah .....	54
4.1.2 Ide awal.....	55
4.1.3 Perbaikan ide .....	59
4.1.4 Evaluasi desain .....	66
4.1.5 Keputusan .....	68
4.1.6 Implementasi.....	76
4.2 Pembuatan Komponen Sistem Penggerak .....	76
4.2.1 Proses produksi.....	76
4.2.2 Proses <i>finishing</i> .....	86
4.3 Perhitungan Waktu Pembuatan .....	86
4.3.1 Persiapan <i>material</i> .....	87
4.3.2 Proses pemotongan .....	87
4.3.3 Proses gurdi .....	91

4.3.4 Proses bubut.....	95
4.3.5 Proses pengetapan.....	97
4.3.6 Proses <i>finishing</i> .....	97
4.3.7 Proses perakitan .....	98
4.3.8 Proses <i>setting</i> dan <i>trial</i> eror .....	98
4.3.9 Perhitungan total waktu proses produksi .....	99
4.4 Proses Perakitan .....	100
4.4.1 Perakitan sistem mekanik .....	100
4.4.2 Perakitan sistem elektrik.....	101
4.5 <i>Wiring</i> Elektrikal Mesin CNC <i>Plasma Cutting</i> .....	104
4.6 Proses <i>Upload G-code</i> dan <i>Setting</i> Pengoperasian Pada <i>Software</i> Mach3	105
4.6.1 <i>Upload G-code software</i> mach3 .....	106
4.6.2 <i>Setting</i> pengoperasian saat pemotongan .....	108
4.7 Kalibrasi dan Uji Hasil.....	109
4.7.1 Kalibrasi.....	109
4.7.2 Hasil kalibrasi .....	112
4.7.3 Uji hasil.....	116
4.7.4 Proses pengukuran kekasaran dengan <i>surface roughness tester</i> .....	120
4.7.5 Hasil pengujian .....	122

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	125
5.2 Saran.....	125

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Skema pergerakan sumbu dan letak motor <i>stepper</i> .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Perancangan komponen mekanik .....	6
<b>Gambar 2.3</b> Desain 3D meja <i>plasma cutting</i> .....	7
<b>Gambar 2.4</b> Desain CNC <i>plasma cutting</i> .....	8
<b>Gambar 2.5</b> Mesin CNC <i>milling</i> .....	9
<b>Gambar 2.6</b> Tingkatan fase molekul pada air dalam beberapa kondisi .....	11
<b>Gambar 2.7</b> Mesin <i>plasma arc cutting</i> .....	12
<b>Gambar 2.8</b> Prinsip dasar proses pemotongan dengan <i>plasma</i> .....	13
<b>Gambar 2.9</b> Tampilan awal <i>SolidWorks</i> .....	17
<b>Gambar 2.10</b> Motor <i>stepper</i> .....	18
<b>Gambar 2.11</b> Penampang melintang motor <i>stepper</i> pada tipe <i>variable</i> .....	19
<b>Gambar 2.12</b> Ilustrasi motor <i>stepper permanent</i> magnet .....	19
<b>Gambar 2.13</b> Penampang melintang dari motor <i>stepper</i> .....	20
<b>Gambar 2.14</b> <i>Driver</i> .....	20
<b>Gambar 2.15</b> <i>Power supply</i> .....	21
<b>Gambar 2.16</b> <i>Breakout board mach3</i> .....	22
<b>Gambar 2.17</b> Tampilan awal <i>software mach3</i> .....	22
<b>Gambar 2.18</b> <i>Ribbon mach3</i> .....	23
<b>Gambar 2.19</b> Tab pemilihan layar .....	24
<b>Gambar 2.20</b> <i>Display</i> mesin .....	25
<b>Gambar 2.21</b> <i>Display G-code</i> .....	25
<b>Gambar 2.22</b> Tombol pengoperasian .....	26
<b>Gambar 2.23</b> Dasar-dasar geometri transmisi sabuk .....	27
<b>Gambar 2.24</b> Jenis-jenis sabuk .....	28
<b>Gambar 2.25</b> Puli GT 2 .....	28
<b>Gambar 2.26</b> Bantalan .....	30
<b>Gambar 2.27</b> Poros .....	30
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir penyelesaian masalah .....	42
<b>Gambar 3.2</b> Diagram alir pengujian hasil mesin CNC <i>plasma cutting</i> .....	51

<b>Gambar 4.1</b> Gambar rakitan .....	63
<b>Gambar 4.2</b> Lintasan sumbu y (a) sebelum dievaluasi, (b) setelah dievaluasi ....	66
<b>Gambar 4.3</b> Braket <i>gantry</i> (a) sebelum dievaluasi, (b) setelah dievaluasi .....	67
<b>Gambar 4.4</b> <i>Bearing support</i> (a) sebelum dievaluasi, (b) setelah dievaluasi .....	67
<b>Gambar 4.5</b> Unit pendeteksi (a) sebelum dievaluasi, (b) setelah dievaluasi .....	68
<b>Gambar 4.6</b> Alumunium <i>profile extrude v-slot</i> .....	68
<b>Gambar 4.7</b> Motor <i>stepper</i> .....	69
<b>Gambar 4.8</b> <i>Belt dan pulley timing</i> .....	72
<b>Gambar 4.9</b> <i>Wheel v-slot bearing</i> .....	74
<b>Gambar 4.10</b> <i>Support shaft</i> .....	74
<b>Gambar 4.11</b> <i>Sub assy</i> sistem penggerak mesin CNC <i>plasma cutting</i> .....	77
<b>Gambar 4.12</b> <i>Gantry</i> braket y axis .....	91
<b>Gambar 4.13</b> <i>Wiring</i> elektrik CNC <i>plasma cutting</i> .....	104
<b>Gambar 4.14</b> Grafik kalibrasi sumbu X .....	113
<b>Gambar 4.15</b> Grafik kalibrasi sumbu Y .....	114
<b>Gambar 4.16</b> Grafik kalibrasi sumbu Z .....	115
<b>Gambar 4.17</b> Profil pengujian pemotongan .....	116
<b>Gambar 4.18</b> Grafik pengujian hasil percobaan 1 .....	122
<b>Gambar 4.19</b> Grafik pengujian hasil percobaan 2 .....	123
<b>Gambar 4.20</b> Grafik pengujian hasil percobaan 3 .....	124

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Macam-macam <i>G-Code</i> .....	10
<b>Tabel 2. 2</b> Macam-macam <i>M-Code</i> . ....	10
<b>Tabel 3.1</b> Alat/mesin yang digunakan.....	34
<b>Tabel 3.2</b> Bahan/komponen yang digunakan.....	36
<b>Tabel 3.3</b> Prosedur pembuatan <i>NC-code</i> .....	49
<b>Tabel 3.4</b> Pengujian kalibrasi pada sumbu X .....	52
<b>Tabel 3.5</b> Pengujian kalibrasi pada sumbu Y.....	52
<b>Tabel 3.6</b> Pengujian kalibrasi pada sumbu Z.....	52
<b>Tabel 3.7</b> Pengujian kekasaran permukaan potong dengan tebal 2 mm.....	53
<b>Tabel 3.8</b> Pengujian kekasaran permukaan potong dengan tebal 2 mm.....	53
<b>Tabel 3.9</b> Pengujian kekasaran permukaan potong dengan tebal 2 mm.....	53
<b>Tabel 4.1</b> Hasil wawancara dengan pemilik usaha .....	54
<b>Tabel 4.2</b> Tuntutan perencanaan sistem penggerak mesin CNC <i>plasma cutting</i> ..	56
<b>Tabel 4.3</b> Sketsa dan catatan.....	56
<b>Tabel 4.4</b> Konsep awal.....	57
<b>Tabel 4.5</b> Ide hasil.....	59
<b>Tabel 4.6</b> Kriteria pemilihan.....	61
<b>Tabel 4.7</b> Matrik pemilihan .....	61
<b>Tabel 4.8</b> Analisa rancangan.....	63
<b>Tabel 4.9</b> <i>Sub assy</i> sistem penggerak mesin CNC <i>plasma cutting</i> .....	77
<b>Tabel 4.10</b> Proses pengerjaan <i>sub assy</i> sistem penggerak mesin CNC <i>plasma cutting</i> .....	78
<b>Tabel 4.11</b> Waktu tunggu .....	87
<b>Tabel 4.12</b> Estimasi waktu proses pemotongan.....	89
<b>Tabel 4.13</b> Waktu proses gurdi .....	93
<b>Tabel 4.14</b> Estimasi waktu proses bubut .....	96
<b>Tabel 4.15</b> Waktu proses pengetapan.....	97
<b>Tabel 4.16</b> Estimasi waktu proses <i>finishing</i> .....	98
<b>Tabel 4.17</b> Estimasi waktu proses perakitan.....	98

<b>Tabel 4.18</b> Waktu <i>setting</i> dan <i>trial</i> .....	99
<b>Tabel 4.19</b> Estimasi waktu total proses produksi .....	99
<b>Tabel 4.20</b> Perakitan sistem mekanik .....	100
<b>Tabel 4.21</b> Perakitan sistem elektrik.....	102
<b>Tabel 4.22</b> Tahapan kalibrasi mesin CNC <i>plasma cutting</i> .....	109
<b>Tabel 4.23</b> Hasil kalibrasi nilai axis linier (100 mm dan 100 mm) .....	112
<b>Tabel 4.24</b> Pengujian kalibrasi pada sumbu x .....	113
<b>Tabel 4.25</b> Pengujian kalibrasi pada sumbu y .....	114
<b>Tabel 4.26</b> Pengujian kalibrasi pada sumbu z.....	115
<b>Tabel 4.27</b> <i>G-code</i> pengujian hasil .....	116
<b>Tabel 4.28</b> Tahapan uji hasil mesin CNC <i>plasma cutting</i> .....	118
<b>Tabel 4.29</b> Proses pengukuran kekasaran benda uji .....	120
<b>Tabel 4.30</b> Pengujian kekasaran permukaan potong dengan tebal 2 mm .....	122
<b>Tabel 4.31</b> Pengujian kekasaran permukaan potong dengan tebal 2 mm .....	123
<b>Tabel 4.32</b> Pengujian kekasaran permukaan potong dengan tebal 2 mm .....	123

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 *Bill Of Material*
- LAMPIRAN 2 Dokumentasi Uji Hasil dan Hasil Pengukuran
- LAMPIRAN 3 Hasil Wawancara dan Lembar Validasi
- LAMPIRAN 4 Tabel *Tensile Stress Material* Poros Tabel Faktor Koreksi  
Kejut dan Untuk Momen
- LAMPIRAN 5 Tabel Perhitungan Proses Produksi
- LAMPIRAN 6 Dokumentasi Proses Pembuatan
- LAMPIRAN 7 Desain Mesin CNC dan Sistem Penggerak Mesin CNC  
*Plasma Cutting*



## SIMBOL

$F$	: Gaya (N)
$m$	: Massa (Kg)
$g$	: Gravitasi ( $m/s^2$ )
$L$	: Panjang sabuk (mm)
$T$	: Torsi (N.m)
$D_p$	: Ukuran <i>belt</i> (mm)
$d_p$	: Kisar ( <i>pitch belt</i> ) (mm)
$M$	: Momen (N.mm)
$S$	: Jarak dari titik ke titik (mm)
$\sigma_a$	: Tegangan geser ijin ( $N/mm^2$ )
$\sigma_u$	: <i>Ultimate tensile stress</i> ( $kg/mm^2$ )
$M_e$	: Torsi ekuivalen (N.m)
$K_m$	: Faktor koreksi terhadap faktor kejut dan fatik
$d$	: Diameter (mm)
$C$	: Jarak titik pusat (mm)
$\pi$	: Nilai konstanta (3,14)
$v$	: Kecepatan potong (m/menit)
$n$	: Putaran spindel (rpm)
$f_z$	: Gerak makan per mata potong (mm/menit)
$V_f$	: Kecepatan makan (mm/min)
$z$	: Jumlah gigi mata potong
$t_c$	: Waktu pemotongan (menit)
$l_t$	: Panjang pemesinan (mm)
$l_v$	: Panjang langkah awal pemotongan (mm)
$l_w$	: Panjang pemotongan benda kerja (mm)
$l_n$	: Panjang langkah akhir pemotongan (mm)
$L_o$	: Jarak tempuh <i>linear</i> target (mm)
$L_t$	: Jarak tempuh <i>linear</i> target yang terjadi (mm)
$L_{pm}$	: Jumlah <i>steps</i>