

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK SUMBU X DAN Y
PADA MESIN CNC PLASMA CUTTING 2.5D**

PROYEK AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh:

Risvan Taufik Hutabarat
219341022



**PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK SUMBU X DAN Y
PADA MESIN CNC PLASMA CUTTING 2.5D

Oleh:

Risvan Taufik Hutabarat

219341022

Program Studi Teknik Mekatronika

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika

Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal Sidang (28-07-2022)

Pembimbing I,



Ir. Bolo Dwiartomo, M.Sc.
NIP. 196810301995121001

Pembimbing II,



Abyanuddin Salam, S.ST., M.Eng.
NIP. 198910042010121007

ABSTRAK

CNC (*Computer Numerical Control*) adalah pembaruan mesin perkakas yang telah ada di dunia industri mengikuti perkembangan teknologi karena dianggap mesin perkakas sebelumnya kurang efektif dari segi waktu dan biaya. Pada proyek akhir ini, dirancang suatu mesin CNC sederhana yang dapat digunakan untuk memotong bahan atau pelat dengan cepat secara otomatis. Bentuk atau pola yang telah digambar melalui *personal computer* akan dikonversi dalam bentuk *G-Code*. Selanjutnya pengendali akan menerima masukan data *digital* dari *personal computer* melalui komunikasi *Serial*. Pengendali akan membaca data yang telah ditransferkan oleh *personal computer*, data yang dibaca merupakan perintah menyalakan/mematikan *torch* plasma dan memberi logika pada *driver* motor *stepper*. Setelah data diterima oleh *driver* motor *stepper*, data diteruskan sebagai sinyal untuk pergerakan kedua motor *stepper* sehingga terbentuk pola pada bidang sesuai desain. Diharapkan dengan adanya CNC sederhana ini menjawab permasalahan yang ada di dunia industri dari segi waktu dan biaya yang dikeluarkan. CNC membuat pola pada bidang secara cepat, serta modern dan lebih baik dibandingkan mesin perkakas sebelumnya yang menggunakan putaran tangan atau otomatisasi sederhana.

Kata Kunci: CNC, *Plasma Cutting*, *Mach3*, *G-Code*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Sistem Penggerak Sumbu X Dan Y pada Mesin CNC Plasma *Cutting* 2.5D”.

Proyek akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesainya proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Kedua Pembimbing proyek akhir Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Sc. dan Bapak Abyanuddin Salam, S.ST., M.Eng.
2. Para Penguji sidang proyek akhir Bapak Muhammad Nursyam Rizal S.Tr.T., M.Sc., Bapak Dr. Noval Lilansa, Dipl. Ing (FH), M.T., Bapak Dr. Eng. Setyawan Ajie Sukarno, S.ST., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Pipit Anggraeni. S.T., M.T., M.Sc.Eng.

3. Panitia proyek akhir Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng, dan Bapak Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T.
4. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ayah dan Ibu saya yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril dan materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
5. Untuk adik saya yang senantiasa memberikan dukungan moril dan doa selama pengerjaan proyek akhir ini.
6. Untuk sahabat — sahabat saya terutama anggota kelompok saya yang selalu membantu saya di kala sulit, memberi semangat dan mendoakan dalam pengerjaan proyek akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 21 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 TUJUAN	1
1.2 TEKNOLOGI.....	1
1.2.1 UNIT UMUM.....	1
BAB 2 LAPORAN TEKNIK.....	2
2.1 LANDASAN TEORI.....	2
2.1.1 CNC PLASMA <i>CUTTING</i> 2.5D.....	2
2.1.2 MOTOR <i>STEPPER</i>	3
2.1.3 MOTOR <i>STEPPER MOONS HS23 Series</i>	8
2.1.4 <i>DRIVER MOTOR STEPPER</i>	9
2.1.5 <i>DRIVER MICROSTEPPING TB6560</i>	16
2.1.6 <i>ARTSOFT MACH 3</i>	18
2.1.5 <i>BREAKOUT BOARD USB MACH 3</i>	19
2.1.6 <i>G-CODE</i>	20
2.2 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
2.3 GAMBARAN UMUM SISTEM	26
2.4 PERANGKAT MEKANIK.....	28
2.4.1 KONSTRUKSI MESIN CNC PLASMA 2.5D.....	28
2.4.2 UKURAN AREA KERJA MESIN CNC PLASMA <i>CUTTING</i>	29
2.5 DIAGRAM ALIR	31
2.5.1 DIAGRAM ALIR SISTEM MESIN CNC <i>PLASMA CUTTING</i>	31

2.6 GAMBARAN SUB SISTEM	33
2.6.1 PENGGERAK MOTOR SUMBU X DAN Y	33
2.6.2 PENGENDALIAN MOTOR PENGGERAK SUMBU X DAN Y	39
2.7 HASIL PENGUJIAN	50
2.7.1 PENGUJIAN SISTEM SECARA UMUM	50
2.7.1 PENGUJIAN SUB SISTEM	52
BAB 3 KESIMPULAN DAN SARAN	57
3.1 KESIMPULAN	57
3.2 SARAN	57
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mesin CNC Plasma <i>Cutting</i>	2
Gambar 2.2 Proses pemotongan pada mesin Plasma <i>Cutting</i>	3
Gambar 2.3 Motor <i>Stepper</i>	3
Gambar 2.4 Konstruksi <i>Motor Stepper</i>	4
Gambar 2.5 <i>Stepper VR</i>	5
Gambar 2.6 <i>Stepper PM</i>	6
Gambar 2.7 <i>Stepper Hybrid</i>	7
Gambar 2.8 <i>Stepper Unipolar</i>	8
Gambar 2.9 <i>Stepper Bipolar</i>	8
Gambar 2.10 <i>Datasheet Motor Stepper MOONS 23HS Series</i>	9
Gambar 2.11 Ilustrasi pergerakan metode satu fasa	10
Gambar 2.12 Ilustrasi pergerakan metode dua fasa	11
Gambar 2.13 Ilustrasi pergerakan metode satu-dua fasa	12
Gambar 2.14 Gelombang sinus <i>microstepping</i>	13
Gambar 2.15 <i>Microstepping</i> mengurangi osilasi terhadap posisi secara signifikan	14
Gambar 2.16 <i>Microstepping</i> juga mengurangi <i>ripple</i> pada kecepatan.	14
Gambar 2.17 <i>Driver Microstepping TB6560</i>	16
Gambar 2.18 Skematik <i>Driver Microstepping TB6560</i>	17
Gambar 2.19 <i>Interface Airsoft Mach3</i>	19
Gambar 2.20 Skematik <i>BoB Mach3</i>	20
Gambar 2.21 Diagram Alir Perancangan	21
Gambar 2.22 <i>CNC Plasma Cutting 2.5D</i>	27
Gambar 2.23 Gambaran Umum Sistem Mesin	28
Gambar 2.24 Ukuran mesin dan Area kerja CNC Plasma <i>Cutting 2.5D</i>	29
Gambar 2.25 Ukuran Mesin CNC Plasma <i>Cutting 2.5D</i> tampak samping	30
Gambar 2.26 Mesin CNC Plasma <i>Cutting 2.5D</i> tampak isometrik	30
Gambar 2.27 Diagram Alir Sistem Mesin CNC Plasma <i>Cutting</i>	31
Gambar 2.28 Diagram Alir Sistem Mesin CNC Plasma <i>cutting Mode Auto</i>	32
Gambar 2.29 Diagram Alir Sistem Mesin CNC Plasma <i>cutting Mode Manual</i>	33
Gambar 2.30 Diagram Alir Penentuan Penggerak Motor X dan Y Axis	34
Gambar 2.31 Karakteristik <i>Speed-Torque</i> pada <i>Motor Stepper</i>	37

Gambar 2.32 <i>Motor Stepper MOONS 23HS3416</i>	37
Gambar 2.33 <i>Driver TB6560 dan Driver TB6600</i>	39
Gambar 2.34 <i>Diagram Alir Perancangan Panel Kontrol dan Daya</i>	40
Gambar 2.35 <i>Panel Kontrol, Panel Daya, Layout Panel Kontrol, Layout Panel Daya</i>	41
Gambar 2.36 <i>Wiring Diagram Panel Daya Motor</i>	43
Gambar 2.37 <i>Wiring Diagram Panel Kontrol Motor</i>	44
Gambar 2.38 <i>Konfigurasi Port Setup and Axis Selection.</i>	45
Gambar 2.39 <i>Konfigurasi Motor Outputs.</i>	45
Gambar 2.40 <i>Konfigurasi Input Signals.</i>	46
Gambar 2.41 <i>Tampilan Auto Kalibrasi.</i>	47
Gambar 2.42 <i>Pemilihan sumbu untuk yang dikalibrasi.</i>	48
Gambar 2.43 <i>Tampilan input koordinat.</i>	48
Gambar 2.44 <i>Tampilan input nilai pengukuran sebenarnya.</i>	48
Gambar 2.45 <i>Message sumbu telah dikalibrasi.</i>	49
Gambar 2.46 <i>Tampilan Motor Tuning dan sumbu X yang telah di kalibrasi</i>	49
Gambar 2.47 <i>Tampilan Motor Tuning dan sumbu Y yang telah terkalibrasi</i>	49
Gambar 2.48 <i>Listing program G-code pola Bintang.</i>	51
Gambar 2.49 <i>Tampilan simulasi pemotongan pada Interface Mach3.</i>	51
Gambar 2.50 <i>Hasil pemotongan benda kerja.</i>	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Full step digital input</i>	10
Tabel 2.2 <i>Half step digital input</i>	12
Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Driver TB6560</i>	17
Tabel 2.4 Perintah <i>Numerical Control</i>	20
Tabel 2.5 Tabel perbandingan <i>servo motor</i> dan <i>stepper motor</i>	36
Tabel 2.6 Tabel spesifikasi motor <i>MOONS 23HS341</i>	37
Tabel 2.7 Tabel perbandingan TB6560 dan TB6600	38
Tabel 2.8 Komponen Panel Kontrol Motor.....	41
Tabel 2.9 Pengujian Sistem Gerak Sumbu X	52
Tabel 2.10 Pengujian Sistem Gerak Sumbu Y	54
Tabel 2.10 Pengujian <i>Feedrate</i> Motor.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	<i>Wiring Diagram Panel Daya</i>
Lampiran 2.	<i>Wiring Diagram Panel Kontrol</i>
Lampiran 3.	<i>Datasheet Motor MOONS 23HS Series.....</i>
Lampiran 4.	<i>Datasheet Driver Microstepping TB6560</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Tujuan

Tujuan dari penulisan karya tulis proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mampu membuat sistem penggerak untuk sumbu X dan Y dengan baik dan efektif pada mesin CNC Plasma *Cutting 2.5D*.
2. Mampu membuat panel kontrol dan daya untuk sistem penggerak sumbu X dan Y pada mesin CNC Plasma *Cutting 2.5D*.
3. Mampu mengkonfigurasi *software Mach 3* untuk sistem penggerak sumbu X dan Y pada mesin CNC Plasma *Cutting 2.5D* dengan baik.

1.2. Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

1.2.1. Unit Umum

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. <i>Interfacing</i> | : PC – <i>ArtSoft Mach3</i> |
| 2. Unit kontrol | : <i>Breakout Board</i> USB Mach 3 |
| 3. Unit mekanik | : <i>Plant CNC Plasma Cutting 2.5D</i> |

Perangkat keras:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. Motor <i>Stepper</i> | : MOONS 23HS3416 |
| 2. <i>Driver Stepper</i> | : <i>Microstepper Driver</i> TB6560 |

Perangkat lunak:

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. Antarmuka | : <i>ArtSoft Mach 3</i> |
| 2. Diagram Alir | : <i>Microsoft 365 Visio</i> |
| 3. <i>Wiring Diagram</i> | : <i>See Electrical V8R2</i> |
| 4. Desain 3D | : <i>Solidworks 2020</i> |
| 5. <i>G-Code Converter</i> | : <i>SheetCAM V.7.0.1</i> |