

SKRIPSI

FABRIKASI MESIN *FRICTION STIR WELDING* BERBASIS CNC

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

GAYUH MEGANANDA WICAKSONO

20160130196

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : **Gayuh Megananda Wicaksono**

Nomor Mahasiswa : **20160130196**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu ataupun disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 April 2021



Gayuh Megananda Wicaksono

MOTTO

“Selama itu tidak membuat saya mati, maka itu akan membuat saya kuat”

“Langkah pertama adalah menetapkan bahwa sesuatu itu mungkin, maka
kemungkinan akan terjadi”

-Elon Musk-

“Bangga tapi jangan sombong. Kerja keras tapi jangan merasa terpaksa.
Bersyukur tapi jangan cepat berpuas diri”

-Wisnutama-

“Jadilah yang terbaik dimanapun berada. Berikan yang terbaik yang bisa kamu
berikan”

-Prof. Dr. Ing. H. BJ Habibie-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobilaamiin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat selesai dengan baik. Laporan tugas akhir ini dipersembahkan untuk keluarga penulis terutama bapak dan ibu yang telah mendidik dan memberikan dukungan kepada penulis hingga saat ini. Penulis juga menyadari bahwa dalam pengerjaan Tugas Akhir ini memerlukan beberapa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak sehingga Tugas Akhir ini mampu terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia penulis haturkan ucapan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya yang terhebat, Bapak Amrin Winarno dan Ibu Sutarmi yang telah memberikan dukungan yang sangat besar berupa motivasi, materi, kasih sayang serta doa yang tentu takkan bisa penulis balas.
2. Rahasih Lupita Maheswari selaku kakak kandung yang selalu memberikan nasihat untuk memotivasi penulis.
3. Ir. Aris Widyo Nugroho M.Eng., Phd., selaku dosen pembimbing utama dan Rela Adi Himarosa S.T., M.Eng., selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan dorongan dan saran kepada penulis.
4. Fitroh Anugrah Yudha ST., M.Eng, Abdul Rahim Bachtiar S.T., Hamdika Munawwar yang telah membantu penulis menyelesaikan sistem elektrik pada mesin *Friction Stir Welding* berbasis CNC.
5. Maulana Kunto Wibisono selaku tim perancangan mesin *Friction Stir Welding* berbasis CNC yang telah bekerjasama merancang mesin ini hingga dapat digunakan sesuai dengan konsep yang kami pikirkan bersama.
6. Kawan-kawan Teknik Mesin UMY angkatan 2016 terutama kelas E yang telah membantu dan berproses selama kuliah.
7. Kawan-Kawan BEM KMFT periode 2017-2019 yang telah membantu, memberikan masukan dan mendengarkan keluhan penulis.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Puji syukur kehadirat Allah SWT selaku Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah dan pertolongannya sehingga kita selalu diberikan kesehatan hingga saat ini. Shalawat dan salam tak lupa kita ucapkan kepada rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan hingga terang benderang ini. *Alhamdulillah robbil 'alamin* penulis dapat menyelesaikan **Tugas Akhir dengan judul “Fabrikasi Mesin *Friction stir welding* Berbasis CNC”**.

Tugas akhir ini berisi tentang perancangan mesin friction stir welding yang berdimensi kecil dan dapat dipindah pindah (*portable*), memiliki sistem gerak otomatis yang digerakan menggunakan CNC dan dapat merekam data sensor yang bertujuan untuk penunjang data pada saat pengelasan.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan skripsi ini masih banyak kekurangan yang jauh dari kata sempurna karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna membangun Tugas Akhir yang lebih baik dimasa yang akan datang.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca untuk referensi penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 15 April 2021

Penyusun,



(Gayuh Megananda Wicaksono)

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Perancangan	3
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
BAB II.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 <i>Friction stir welding</i>	6
2.2.2 Prinsip kerja <i>Friction stir welding</i>	7
2.2.3 Desain <i>Tool</i>	8
2.2.4 Gaya pada <i>Friction stir welding</i>	9
2.2.5 Zona Pengelasan.....	10
2.2.6 Aluminium	11
2.2.7 Pengelasan Aluminium Tipis	11
2.2.8 Mesin CNC (Computer Numerically Controlled).....	12
2.2.9 Prinsip Kerja Mesin CNC	12
2.2.10 Pemrograman CNC	13

2.2.11 Sistem Kontrol	13
2.2.12 Komponen elektrik pada sistem kontrol CNC	14
2.2.13 Komponen Mekanik pada mesin CNC	16
2.2.14 Perangkat Lunak pada Sistem Kontrol CNC	19
BAB III	21
3.1 Diagram Alir Pembuatan	21
3.2 Perancangan Mesin	23
3.3 Bahan Komponen Utama	24
3.3.1 Plat Aluminium	24
3.3.2 <i>Rod</i>	25
3.3.3 <i>Linear bearing</i>	25
3.3.4 Ballscrew	26
3.3.5 Bearing	26
3.3.6 Mur dan baut	27
3.3.7 Motor Stepper Nema 23	27
3.3.8 Flexible Coupling	28
3.3.9 Pulley	28
3.3.10 Laptop/ Personal Computer (PC)	29
3.3.11 Arduino Uno	29
3.3.12. CNC <i>Shield V3</i>	29
3.3.13 Driver TB6600	30
3.3.14 Power Supply 10A 24V	30
3.3.15 Thermocouple Type K	31
3.3.16 Modul MAX6675	31
3.3.17 Hall Effect Sensor	32
3.3.18 Motor Spindle 2.2kw water cooler	32
3.3.19 Inverter 2.2kw	33
3.3.20 Kabel	33
3.3.21 Box panel	34
3.3.22 <i>Tool</i>	34
3.4 Alat yang Diperlukan	34
3.4.1 Alat Ukur	35
3.4.2 Alat Pemotong	36

3.4.3 Kunci.....	38
BAB IV	40
4.1 Fabrikasi Alat.....	40
4.1.1 Proses persiapan Fabrikasi	40
4.1.2 Desain alat <i>friction stir welding</i>	40
4.1.3 Proses Fabrikasi komponen	42
4.1.4 Komponen Rangka.....	43
4.1.5 <i>Assembly</i> Rangka Mesin <i>Friction stir welding</i>	47
4.1.6 Proses Pembuatan <i>Tools</i>	53
4.1.7 Rangkaian Kelistrikan.....	54
4.1.8 Pemrograman	58
4.1.9 Cara Pengoprasian.....	63
4.2 Hasil dan Analisa	69
4.2.1 Hasil Pengujian Ketelitian	69
4.2.2 Hasil pengujian pengelasan.....	70
4.3 Identifikasi Biaya dan Bahan yang Diperlukan	74
BAB V	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>friction stir welding</i> (a). 3 dimensi (b). 2 dimensi	5
Gambar 2. 2 <i>Friction stir welding</i> (Gibson et al. 2014)	6
Gambar 2. 3 Prinsip kerja <i>friction stir welding</i> (Rahayu, 2012)	7
Gambar 2. 4 Posisi <i>tool</i> saat pengelasan FSW (Rahayu, 2012)	8
Gambar 2. 5 Bentuk pin <i>tool</i> (Rowe dan Wayne 2006)	9
Gambar 2. 6 <i>Shoulder tool</i> (Rowe dan Wayne, 2006).....	9
Gambar 2. 7 Gaya pada <i>friction stir welding</i>	10
Gambar 2. 8 Zona pengelasan <i>friction stir welding</i> (Khaled dan Ph 2005)	11
Gambar 2. 9 Arduino Uno	14
Gambar 2. 10 Poros rail.....	17
Gambar3.1 Diagram alur.....	22
Gambar 3. 2 Desain mesin <i>friction stir welding</i> berbasis CNC.....	23
Gambar 3. 3 Diagram kontroler penggerak	24
Gambar 3. 4 Diagram sensor	24
Gambar 3. 5 Plat aluminium.....	25
Gambar 3. 6 Rod.....	25
Gambar 3. 7 Linear bearing (SCS)	26
Gambar 3. 8 Ballscrew	26
Gambar 3. 9 Bearing.....	27
Gambar 3. 10 mur dan baud	27
Gambar 3. 11 Motor stepper.....	28
Gambar 3. 12 Flexible coupling	28
Gambar 3. 13 Pulley	29
Gambar 3. 14 Arduino Uno	29
Gambar 3. 15 CNC shield V3.....	30
Gambar 3. 16 Driver TB6600.....	30
Gambar 3. 17 Power supply 10A 24V.....	31
Gambar 3. 18 Thermocouple type K	31
Gambar 3. 19 Modul MAX6675	32

Gambar 3. 20 Hall Effect Sensor.....	32
Gambar 3. 21 Motor spindle 2,2 kW	33
Gambar 3. 22 Inverter 2,2 kW	33
Gambar 3. 23 Box panel	34
Gambar 3. 24 <i>Tool</i> mesin <i>friction stir welding</i> berbasis CNC	34
Gambar 3. 25 Mistar	35
Gambar 3. 26 Mistar gulung	35
Gambar 3. 27 Jangka sorong	36
Gambar 3. 28 Mesin Gerinda Tangan	36
Gambar 3. 29 CNC Robodrill Alpha-T10	37
Gambar 3. 30 Bor duduk	37
Gambar 3. 31 Bor tangan.....	37
Gambar 3. 32 Mesin bubut	38
Gambar 3. 33 Kunci L	39
Gambar 3. 34 Electron Screwdriver Set	39
Gambar 4. 1 Desain 2D sumbu Y pada mesin <i>friction stir welding</i> berbasis CNC.....	41
Gambar 4. 2 Desain 2D sumbu X pada mesin <i>friction stir welding</i> berbasis CNC	41
Gambar 4. 3 Desain 2D sumbu Z pada mesin <i>friction stir welding</i> berbasis CNC	42
Gambar 4. 4 Proses pengaturan titik nol pada mesin CNC robodrill	44
Gambar 4. 4 Proses pengaturan titik nol pada mesin CNC robodrill	44
Gambar 4. 5 (a) sebelum fabrikasi, (b) sesudah fabrikasi	45
Gambar 4. 6 Proses facing shaft dengan mesin bubut.....	46
Gambar 4. 7 (a) Proses bor center, (b) Proses bor/drill	47
Gambar 4. 8 Komponen dan bahan sumbu Y yang sudah difabrikasi	48
Gambar 4. 9 Hasil assembly sumbu Y	49
Gambar 4. 10 Komponen dan bahan sumbu X yang sudah difabrikasi	49
Gambar 4. 11 Pengecekan base x menggunakan waterpass	50
Gambar 4. 12 Hasil assembly sumbu X	51

Gambar 4. 13 Komponen dan bahan sumbu X yang sudah difabrikasi	51
Gambar 4. 14 Proses merangkai ballscrew, linear bearing, shaft, dudukan shaft dan bearing	52
Gambar 4. 15 Hasil assembly sumbu Z.....	52
Gambar 4. 16 Assembly sumbu x,y dan z	53
Gambar 4. 17 Hasil pemasangan motor spindle 2,2 kW	53
Gambar 4. 18 Hasil fabrikasi tool mesin friction stir welding berbasis CNC	54
Gambar 4. 19 wiring kontroler penggerak.....	55
Gambar 4. 20 (a) Tabel pada driver TB6600. (b) Pengaturan TB6600.....	56
Gambar 4. 21 Pemasangan motor stepper pada box panel.....	56
Gambar 4. 22 Wiring motor spindle	57
Gambar 4. 23 Pengaturan inverter 2,2kW	57
Gambar 4. 24 Wiring sensor.....	58
Gambar 4. 25 Gambar jendela utama Estlcam	59
Gambar 4. 26 Pengaturan CNC program pada Estlcam	59
Gambar 4. 27 Pengaturan CNC controller pada Estlcam	60
Gambar 4. 28 Tampilan ketika Arduino uno sudah terhubung dengan komputer	61
Gambar 4. 29 Tampilan pengecekan koding pada aplikasi Arduino IDE	61
Gambar 4. 30 Proses penguploadan koding pada mikrokontroler Arduino uno.	62
Gambar 4. 31 Serial monitor pada Arduino IDE.....	62
Gambar 4. 32 Pemasangan tool	63
Gambar 4. 33 (a) Jendela utama aplikasi Arduino IDE (b) Jendela utama aplikasi Estlcam.....	64
Gambar 4. 35 Tampilan serial monitor.....	64
Gambar 4. 36 Pemasangan spesimen dengan cekam	65
Gambar 4. 37 (a) Desain peletakan termokopel. (b) Pemasangan termokopel	65
Gambar 4. 37 (a) Desain peletakan termokopel. (b) Pemasangan termokopel	65
Gambar 4. 38 Pengaturan sumbu axis sebelum pengelasan	66
Gambar 4. 39 Pengaturan titik nol sebelum pengelasan.....	66
Gambar 4. 40 Pengaturan feed rate	67

Gambar 4. 41 G-Code proses pengelasan FSW	68
Gambar 4. 42 Mengatur posisi titik nol.....	68
Gambar 4. 43 Grafik suhu pengujian pertama.....	71
Gambar 4. 44 Grafik RPM pengujian pertama.....	72
Gambar 4. 45 Hasil pengujian las pertama.....	72
Gambar 4. 46 Grafik suhu pada pengujian las kedua	73
Gambar 4. 47 Grafik RPM pada pengujian kedua.....	74
Gambar 4. 48 Hasil pengelasan pada pengujian kedua	74

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Komponen yang difabrikasi menggunakan CNC robodrill.....	43
Tabel 4. 2 Akurasi gerak sumbu X.....	69
Tabel 4. 3 Akurasi gerak sumbu Y	70
Tabel 4. 4 Akurasi sumbu Z	70