

SKRIPSI

FABRIKASI MESIN FRICTION STIR SPOT WELDING BERBASIS CNC

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

Abd. Rahim Bahtiar

20160130152

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil ‘alamin saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi. Terima kasih yang tiada henti – hentinya Allah SWT karena sudah menghadirkan orang-orang yang sangat berarti di dalam hidup saya dan sekelilingnya, karena merekalah yang selalu memberikan saya semangat serta doa sehingga skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik.

Karya ini dipersembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta, Ayah Baharuddin dan Mama Hatija, yang mana berkat do’a, didikan, dukungan, usaha dan air mata kalian yang membuat saya bisa sampai ketahap yang sekarang. Karya tulisku ini saya persembahkan untuk kalian sebagai wujud rasa terima kasih atas segala pengorbanan dan jerih payah yang telah kalian lakukan agar saya dapat mengejar cita – cita saya dan bisa menggapainya kelak. Apa yang saya lakukan dan dapatkan hari ini belum ada apa-apanya jika dibandingkan dengan apa yang telah kalian. Semoga setelah ini saya dapat membahagiakan kalian.
2. Teman-teman, terima kasih kepada seluruh teman-teman saya yang tak bisa saya sebutkan satu per satu. Berkat dukungan serta motivasi kalian saya bisa menyelesaikan karya tulis ini.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abd. Rahim Bahtiar

NIM : 20160130152

Program Studi : Teknik Mesin

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa penulisan tugas akhir yang berjudul “ Fabrikasi Mesin *Friction Stir Spot Welding* Berbasis CNC” ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan penerapan saya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya pihak manapun, terkecuali dasar teori yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 26 Oktober 2020



Abd. Rahim Bahtiar

KATA PENGANTAR

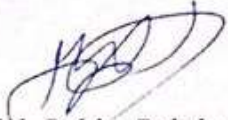
Dengan mengucapkan puji syukur Alhamdulillahirobbil'alamin kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, nikmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa halangan suatu apapun dengan judul "Fabrikasi Mesin *Friction Stir Spot Welding* Berbasis CNC)", sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar S1 di program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Umumnya para peneliti menggunakan mesin frais manual sebagai proses pengelasan FSSW dengan spesimen berbahan plastik. Hal tersebut mengakibatkan gerak turunnya *pin tool* menjadi tidak konstan. Sebagai penunjang penelitian pengelasan FSSW belum memiliki alat pembacaan dan perekaman data seperti suhu, beban, dan kecepatan putar *tool*. Oleh karena itu, pembuatan alat ini bertujuan untuk melakukan proses pengelasan FSSW secara otomatis dengan kontrol CNC dan tentunya memiliki alat pembaca maupun perekam data.

Penulisan laporan kerja praktik ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada : Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah membimbing, mengarahkan, memotifasi, dan memberi masukan untuk kebaikan pembuatan tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada pengolah Prodi Teknik Mesin yang telah memberikan fasilitas sebagai penunjang untuk menyelesaikan studi ini.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk menjadikannya lebih baik di masa mendatang.

Yogyakarta, 7 Oktober 2020



Abd. Rahim Bahtiar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Prinsip Kerja CNC	7
2.2.2 Prinsip Kerja (FSSW).....	7
2.2.3 Mesin 3D Printer.....	8
2.2.4 Filamen PLA (<i>Polylactic Acid</i>).....	8
2.2.5 Komputer	8
2.2.6 Arduino Uno R3.....	9
2.2.7 CNC Shield V3.0 Arduino	9
2.2.8 Stepper Driver A4988	9

2.2.9 Motor Stepper	10
2.2.10 Motor <i>Spindle</i> 500 W	10
BAB III METODE PEMBUATAN	11
3.1 Diagram Alir Pembuatan Mesin	11
3.2 Perancangan Mesin	12
3.3 Blok Diagram Rancangan Mesin	12
3.4 Prinsip Kerja	13
3.5 Komponen Utama	13
3.6 Alat yang Diperlukan	26
3.7 Proses Pelaksanaan Pembuatan	30
BAB IV PEMBUATAN DAN PENGUJIAN	31
4.1 Hasil Rancangan	31
4.1.1 Perubahan desain	32
4.1.2 Penambahan komponen	33
4.2 Proses Persiapan Fabrikasi	34
4.3 Proses Fabrikasi Hasil Rancangan	34
4.3.1 Slicer Desain 3D	35
4.3.2 Komponen 3D Printer	35
4.3.3 Rangka Pipa Bulat Baja Chrome	37
4.3.4 Meja Mesin CNC FSSW	38
4.3.5 Rangka mesin CNC FSSW	39
4.3.6 Rangkaian kelistrikan mesin CNC FSSW	57
4.3.7 Tempat Spesimen	63
4.3.8 Pemrograman	65
4.4 Cara pengoperasian	67
4.5 Hasil dan Analisa	74
4.5.1 Hasil pengujian ketelitian	74
4.5.2 Hasil uji pengelasan	76
4.6 Identifikasi Bahan dan Biaya yang Diperlukan	80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan mesin FSSW berbasis CNC	11
Gambar 3.2 Blok Diagram Penggerak CNC dan Sensor	12
Gambar 3.3 Blok Diagram Motor <i>Spindle</i>	13
Gambar 3.4 Komputer Raspberry Pi	14
Gambar 3.5 Arduino Uno R3.....	14
Gambar 3.6 CNC Shield V3	15
Gambar 3.7 Driver Motor Stepper A4988.....	15
Gambar 3.8 Motor Stepper Nema 17 (http://www.zyltech.com/).....	16
Gambar 3.9 Belt GT2 (https://www.sparkpcb.com/)	16
Gambar 3.10 GT2 16T <i>Pulley</i> (https://www.vsepro3dtisk.cz/)	17
Gambar 3.11 Bearing 608 2-RS Bearing.....	17
Gambar 3.12 Mur dan Baut	18
Gambar 3.13 <i>Lead Screw</i> dan T8 Nut.....	18
Gambar 3.14 Pipa Bulat Baja Chrome	19
Gambar 3.15 <i>Flexible Coupling</i>	19
Gambar 3.16 Komponen 3D Perinter.....	20
Gambar 3.17 <i>Limit Switch</i> (https://www.aliexpress.com/)	20
Gambar 3.18 Meja Kayu (https://www.jualo.com/).....	21
Gambar 3.19 <i>Load Cell</i>	21
Gambar 3.20 Modul HX711 (https://www.tokopedia.com/)	22
Gambar 3.21 <i>Thermocouple Type K</i> (www.sweetmaria.com)	22
Gambar 3.22 Modul MAX 6675 (https://shopee.co.id/)	23
Gambar 3.23 Arduino Nano (https://www.tokopedia.com/)	23
Gambar 3.24 Sensor <i>Hall Effect</i> (www.tinytronics.nl)	24
Gambar 3.25 Power Supply 12V 5A.....	24
Gambar 3.26 Power Supply Variabel.....	25
Gambar 3.27 Motor <i>Spindle</i> (https://inkuiri.com/)	25
Gambar 3.28 Tombol <i>Emergency Stop</i>	26
Gambar 3.29 <i>Tool</i>	26
Gambar 3.30 Mesin Laser <i>Cutting</i> (https://id.aliexpress.com/)	27
Gambar 3.31 Mesi Bor (https://www.tokopedia.com/)	27
Gambar 3.32 Mesin Bubut (https://caragigih.id/)	28
Gambar 3.33 Mesin 3D Printer.....	28
Gambar 3.34 Mesin Pemotong Baja	29
Gambar 3.35 Jangka Sorong.....	29
Gambar 3.36 Kunci – Kunci (https://renotop.id/)	30
Gambar 4.1 Desain Original.....	31
Gambar 4.2 Desain Baru	31

Gambar 4.3 Motor Stepper Nema 23	32
Gambar 4.4 <i>Tool Mount</i> Berbahan ABS	33
Gambar 4.5 <i>Limit Switch</i>	33
Gambar 4.6 Sensor - Sensor	34
Gambar 4.7 Tampilan Software Ultimaker Cura 4.5	35
Gambar 4.8 Print Setting	35
Gambar 4.9 Part 3D Printer	36
Gambar 4.10 Proses Pencetakan Part 3D	36
Gambar 4.11 Perhitungan Bahan.....	37
Gambar 4.12 Desain Pipa Z Axis	38
Gambar 4.13 Pembuatan Lubang Pada Papan.....	39
Gambar 4.14 Pemasangan Mur Tanam.....	39
Gambar 4.15 Meja Klem.....	39
Gambar 4.16 Part Kaki.....	40
Gambar 4.17 Part Kaki Setelah Terpasang	40
Gambar 4.18 Part <i>Joining</i>	40
Gambar 4.19 Part <i>Joining</i>	40
Gambar 4.20 Kaki Setelah Digabung	41
Gambar 4.21 Kaki Mesin	41
Gambar 4.22 Part Roller Sebelum Terpasang	41
Gambar 4.23 Roller Axis X dan Y	42
Gambar 4.24 Pemasangan Part Pelengkap	42
Gambar 4.25 Setelah Pemasangan Part Pelengkap.....	43
Gambar 4.26 Keempat <i>Roller</i> Siap Pasang	43
Gambar 4.27 Masukkan <i>Roller</i> ke Pipa Baja	44
Gambar 4.28 Pemasangan Kaki ke Rangka X dan Y	44
Gambar 4.29 Pemasangan <i>Spacer Corner</i>	44
Gambar 4.30 Pemasangan Pipa Baja di Atas <i>Spacer Corner</i>	45
Gambar 4.31 Lubang Masuk Kabel Ties	45
Gambar 4.32 <i>Tool Mount</i>	46
Gambar 4.33 <i>Nut Trap</i>	46
Gambar 4.34 Part Z Axis	46
Gambar 4.35 Pemasangan Rangka Z Axis pada Dudukan Bearing	47
Gambar 4.36 Part Z <i>Lower Bracket</i>	47
Gambar 4.37 Setelah Bearing Terpasang	47
Gambar 4.38 Part Z Motor <i>Bracket</i>	48
Gambar 4.39 Setelah Pemasangan.....	48
Gambar 4.40 Memasangkan Rangka Z Axis pada Dudukan Bearing	48
Gambar 4.41 Pemasangan Dudukan Motor Stepper.....	49
Gambar 4.42 Proses Pengukuran.....	49

Gambar 4.43 Pemasangan <i>Lead Screw</i>	49
Gambar 4.44 Penggerak Z Axis	50
Gambar 4.45 Setelah Part Dipasang	50
Gambar 4.46 Part <i>xyz Bracket</i>	50
Gambar 4.47 <i>xyz Bracket</i>	51
Gambar 4.48 Part <i>xyz Bracket</i>	51
Gambar 4.49 Setelah Part Dipasang	51
Gambar 4.50 <i>xy Bracket</i>	51
Gambar 4.51 Pemasangan Komponen Tambahan.....	52
Gambar 4.52 Setelah Komponen Terpasang	52
Gambar 4.53 Pemasangan Axis <i>xyz</i>	52
Gambar 4.54 Tampak Atas.....	53
Gambar 4.55 Tampak Depan.....	53
Gambar 4.56 Tampak Bawah.....	53
Gambar 4.57 Tampak Belakang	53
Gambar 4.58 Tampak Samping	53
Gambar 4.59 Setelah Part Terpasang	54
Gambar 4.60 Pemasangan Part Tambahan.....	54
Gambar 4.61 Setelah Pipa Baja Terpasang	54
Gambar 4.62 Tempat Memasukkan Pipa Baja	54
Gambar 4.63 Pemasangan Nut T8.....	54
Gambar 4.64 Pemasangan Z Axis ke <i>Bracket</i>	55
Gambar 4.65 Setelah Keempatnya Terpasang.....	55
Gambar 4.66 Pemasangan <i>Stepper Mount</i>	55
Gambar 4.67 Memasang Motor.....	56
Gambar 4.68 Memasang <i>Pulley</i>	56
Gambar 4.69 Arah Jalur Belt	56
Gambar 4.70 Pemasangan Belt.....	56
Gambar 4.71 Part Pengencang Kabel Ties.....	57
Gambar 4.72 Pemasangan Belt pada Keempat Sisi.....	57
Gambar 4.73 Setelah Terpasang	57
Gambar 4.74 Penguncian Kaki pada Meja.....	57
Gambar 4.75 Diagram Kelistrikan.....	58
Gambar 4.76 Kontroller	58
Gambar 4.77 Pengukuran Arus	59
Gambar 4.78 Penyetelan Arus	59
Gambar 4.79 Kabel Setelah Digabung.....	59
Gambar 4.80 Kabel Motor <i>Stepper</i>	59
Gambar 4.81 Pemasangan Kabel ke Terminal	59
Gambar 4.82 Memasang Skun	60

Gambar 4.83 Part Soket Motor.....	60
Gambar 4.84 Memasang Soket ke Motor Stepper.....	60
Gambar 4.85 Pemasangan Kabel <i>Limit Switch</i>	60
Gambar 4.86 Setelah Part Terpasang.....	61
Gambar 4.87 Part <i>Emergency Stop</i>	61
Gambar 4.88 Pemasangan ke Meja.....	61
Gambar 4.89 Power Supply Motor <i>Spindle</i>	61
Gambar 4.90 <i>Wiring</i> Motor <i>Spindle</i>	61
Gambar 4.91 Pemasangan PWM Motor <i>Spindle</i>	62
Gambar 4.92 Pemasangan Motor <i>Spindle</i>	62
Gambar 4.93 <i>Wiring</i> Diagram Sensor.....	62
Gambar 4.94 Sensor - Sensor.....	63
Gambar 4.95 Pemasangan Sensor <i>Load Cell</i>	63
Gambar 4.96 Pemasangan Sensor RPM.....	63
Gambar 4.97 Pemasangan Sensor Suhu.....	63
Gambar 4.98 Pemasangan Rumah <i>Load Cell</i>	64
Gambar 4.99 Klem.....	64
Gambar 4.100 Tempat Menjepit Spesimen.....	64
Gambar 4.101 Posisi Papan Tempat Spesimen.....	65
Gambar 4.102 Tampilan Awal Estlcam.....	65
Gambar 4.103 Mengatur Software.....	66
Gambar 4.104 Mengatur <i>Input Limit Switch</i>	66
Gambar 4.105 Jendela CNC Kontrol.....	66
Gambar 4.106 Memprogram Kontroller.....	66
Gambar 4.107 Tampilan Awal Arduino IDE.....	67
Gambar 4.108 Program Berhasil Terupload.....	67
Gambar 4.109 Tampilan Awal Estlcam.....	68
Gambar 4.110 Tampilan Awal Arduino IDE.....	68
Gambar 4.111 Jendela CNC Kontrol.....	68
Gambar 4.112 Mempersiapkan Pemasangan Spesimen.....	69
Gambar 4.113 Letak Penyangga.....	69
Gambar 4.114 Pemasangan Spesimen.....	69
Gambar 4.115 Letal Thermocouple.....	70
Gambar 4.116 Pemasangan Thermocouple.....	70
Gambar 4.117 Sensor - Sensor.....	70
Gambar 4.118 Program G-Code.....	71
Gambar 4.119 <i>Open File</i> CNC.....	71
Gambar 4.120 Menggerakkan CNC.....	72
Gambar 4.121 Zero Axis XYZ.....	72
Gambar 4.122 Persiapan Pengelasan.....	72

Gambar 4.123 Serial Monitor.....	73
Gambar 4.124 Memulai Pengelasan	73
Gambar 4.125 Pengelasan Selesai	73
Gambar 4.126 Pelepasan Thermocouple.....	74
Gambar 4.127 Spesimen yang Telah Dilas	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Proses Pelaksanaan Pembuatan.....	30
Tabel 4.1 Daftar Part 3D	36
Tabel 4.2 Akurasi Sumbu X.....	75
Tabel 4.3 Akurasi Sumbu Y	75
Tabel 4.4 Akurasi Sumbu Z	76
Grafik 4.1 Pengelasan Pertama.....	77
Grafik 4.2 Pengelasan Kedua	78
Grafik 4.3 Pengelasan Ketiga	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Sensor – Sensor	xiv
Lampiran 2. Biaya Pembuatan Mesin FSSW	xvii
Lampiran 3. <i>Assembly Part List</i>	xx
Lampiran 4. <i>Foot Corner</i>	xxi
Lampiran 5. <i>Lock Corner</i>	xxii
Lampiran 6. <i>Bottom Corner</i>	xxiii
Lampiran 7. <i>Top Corner</i>	xxiv
Lampiran 8. <i>Specer Corner</i>	xxv
Lampiran 9. <i>Roller</i>	xxvi
Lampiran 10. <i>Plate Roller</i>	xxvii
Lampiran 11. <i>Bracket Stepper In Roller</i>	xxviii
Lampiran 12. <i>Burly Axis XY</i>	xxix
Lampiran 13. <i>Lock Of Burly Axis XY</i>	xxx
Lampiran 14. <i>Spacer Burly</i>	xxxi
Lampiran 15. <i>Holder Of Spindle</i>	xxxii
Lampiran 16. <i>Support For Spindle</i>	xxxiii
Lampiran 17. <i>Burly Axis Z</i>	xxxiv
Lampiran 18. <i>Burly Axis Z For Bracket Stapper</i>	xxxv
Lampiran 19. <i>Trap On Pipe Z</i>	xxxvi
Lampiran 20. <i>Pipe Axis Z</i>	xxxvii
Lampiran 21. <i>Pipe Roller</i>	xxxviii
Lampiran 22. <i>Pipe Corner</i>	xxxix
Lampiran 23. <i>Lead Screw</i>	xl
Lampiran 24. <i>Nut Lead Screw</i>	xli