

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN MESIN *FRICTION STIR SPOT WELDING* BERBASIS  
CNC**

ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**Ibnu Awal Hasanudin**

**20160130151**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Awal Hasanudin  
NIM : 20160130151  
Program Studi : Teknik Mesin  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa penulis tugas akhir yang berjudul "PERANCANGAN MESIN *FRICTION STIR SPOT WELDING* BERBASIS CNC" ini merupakan hasil karya tulis, pemikiran, dan penerapan saya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya pihak manapun, terkecuali dasar teori yang tertulis dirujuk dari naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat di pertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 05 Desember 2020

  
  
Ibnu Awal Hasanudin

## **MOTTO**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(QS. Al-Baqarah : 286)*

*“Tak peduli seberapa keras kamu bekerja, tidak akan ada yang berhasil tanpa pertolongan Allah. Maka bantulah dirimu dengan meminta pertolongan kepada Allah”.*  
(Abdul Bary Yahya)

*“Jika tidak ada pundak untuk bersandar, setidaknya masih ada lantai untuk bersujud”*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillah rabbil'alamin saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah, dan inayahnya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi. Terima kasih yang tiada henti – hentinya kepada Allah 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 Tulis saya persembahkan Untuk:*

### ***Papah dan mamah***

*Armansyah dan Pujiati*

*Terimakasih 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 baik secara materil maupun moril agar penulis menggapai kehidupan lebih baik. Apa yang penulis lakukan dan dapatkan hari ini, belum ada apa-apanya jika dibandingkan dengan apa yang telah kalian korbankan kepada penulis. Semoga setelah ini saya dapat membahagiakan kalian*

### ***Teman-teman kebanggaanku***

*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*

*Jazakallahu Khairan*

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Dengan mengucapkan puji syukur kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**PERANCANGAN MESIN *FRICTION STIR SPOT WELDING* BERBASIS CNC**”. Sebagai syarat untuk mendapatkan gelas S1 di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada umumnya para peneliti menggunakan mesin milling manual sebagai proses pengelasan FSSW dengan spesimen berbahan plastik. Hal tersebut mengakibatkan parameter-parameter tidak terdata. Maka sebagai penunjang penelitian untuk pengelasan FSSW, perlu dirancang mesin FSSW yang dapat mengelas terutama pada material berbahan plastik secara otomatis dengan kontrol CNC dan dilengkapi data akuisisi pada saat pengelasan.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada : Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memotivasi, serta memberikan masukan untuk kebaikan penyusunan tugas akhir ini. Terimakasih juga kepada pihak pengelola prodi teknik mesin yang telah membantu dan memberikan fasilitas sebagai penunjang penyelesaian studi ini

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sehingga kedepannya menjadi lebih baik.

Yogyakarta, 25 November 2020

Penulis

Ibnu Awal Hasanudin

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4

2.2.	Dasar Teori.....	6
2.2.1.	<i>Friction Stir Spot Welding (FSSW)</i> .....	6
2.2.2.	<i>Computer Numerically Controlled (CNC)</i> .....	8
2.3.	Komponen Mekanik.....	12
2.3.1.	Motor Stepper.....	12
2.3.2.	Ulir bergerak.....	13
2.3.3.	<i>Pulley dan Belt</i> .....	17
2.3.4.	<i>Motor Spindle</i> .....	19
2.3.5.	Arduino Uno.....	19
2.3.6.	Arduino IDE.....	20
2.4.	Perangkat Lunak Perancangan.....	21
2.4.1.	<i>Software Autodesk Inventor Professional 2020</i> .....	22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1.	Diagram Alir.....	23
3.2.	Perancangan Alat.....	24
3.3.	Komponen Pada Mesin CNC.....	26
3.3.1.	Komponen Mekanik.....	26
3.3.2.	Komponen Elektrik.....	30
3.4.	Melakukan Simulasi Kekuatan Pada Rangka.....	34
3.5.	Pembuatan laporan.....	34
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PERANCANGAN .....</b>	<b>35</b>
4.1.	Perancangan Desain Menggunakan Inventor.....	35
4.1.1.	Perencanaan Komponen Pada Mesin FSSW Berbasis CNC....	36
4.2.	Perhitungan Pada Sistem Mekanik.....	38

4.2.1 .	Perencanaan Ulir Bergerak Pada Sumbu Z .....	38
4.2.2.	Defleksi Pada Rangka Mesin.....	42
4.2.3.	Perencanaan Daya dan Torsi Motor Stepper Sebagai Pengerak Sumbu .....	45
4.2.4.	Perencanaan <i>Belt</i> dan <i>Pulley</i> .....	48
4.2.5.	Perencanaan Motor <i>Spindle</i> .....	49
4.3.	Hasil Simulasi <i>Stress Analysis</i> Perancangan.....	52
4.3.1.	Menentukan Pembebanan.....	52
4.3.2.	Analisis Stress .....	52
4.4.	Hasil Rancangan.....	56
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>57</b>
5.1.	Kesimpulan.....	57
5.2.	Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		
<b>LAMPIRAN</b> .....		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tampilan Desain dan Ukuran Dimensi Mesin <i>Friction Stir Welding</i> .....	5
Gambar 2.2.	Proses Kerja FSSW : a) <i>plunging</i> , b) <i>stirring</i> , c) <i>retracting</i> .....	7
Gambar 2.3.	Sistem Kontrol Otomatis .....	11
Gambar 2.4.	Sistem Kontrol Manual .....	11
Gambar 2.5.	Tampilan Pada Estlcam.....	12
Gambar 2.6.	Stepper Motor.....	12
Gambar 2.7.	Metrik Standard Thread .....	14
Gambar 2.8.	Whitworth Standard Thread .....	14
Gambar 2.9.	<i>Square Threads</i> .....	14
Gambar 2.10.	Ulir Trapesium .....	15
Gambar 2.11.	<i>Acme Thread</i> .....	15
Gambar 2.12.	Ilustrasi Pembebanan Pengerak Pada Sumbu Z .....	16
Gambar 2.13.	<i>Pulley dan Belt</i> .....	18
Gambar 2.14.	Motor <i>Spindle</i> .....	19
Gambar 2.15.	Papan Arduino Uno .....	20
Gambar 2.16.	Tampilan Perangkat Lunak Arduino .....	20
Gambar 2.17.	Tampilan Awal Autodesk Inventor Professional 2020 .....	21
Gambar 3.1.	Diagram Alir Perancangan Mesin <i>Friction Stir Spot Welding</i> Berbasis CNC.....	23
Gambar 3.2.	Desain dan Ukuran Mesin <i>Friction Stir Spot welding</i>	

	Berbasis CNC .....	24
Gambar 3.3.	Blok Diagram Sistem Kontrol CNC dan Sensor .....	25
Gambar 3.4.	Blok Diagram Sistem Pengendalian Motor <i>Spindle</i> .....	26
Gambar 3.5.	Pipa Baja Chrome .....	26
Gambar 3.6.	<i>Pulley</i> GT2 6T .....	27
Gambar 3.7.	<i>Belt</i> GT2 .....	27
Gambar 3.8.	<i>Bearing</i> 608-2RS .....	28
Gambar 3.9.	<i>Lead Screw</i> dan <i>Nut</i> T8 .....	28
Gambar 3.10.	Kopling Fleksibel.....	29
Gambar 3.11.	Motor Stepper Nema 17.....	29
Gambar 3.12.	Motor <i>Spindle</i> .....	30
Gambar 3.13.	Arduino Uno R3 .....	30
Gambar 3.14.	CNC Shield V3.0 .....	31
Gambar 3.15.	Driver Motor A4988.....	32
Gambar 3.16.	<i>Limit Switch</i> .....	32
Gambar 3.17.	<i>Load Cell</i> .....	33
Gambar 3.18.	<i>Sensor Hall Effect</i> .....	33
Gambar 3.19.	Power Supply 12v 5A .....	34
Gambar 4.1.	Konsep atau Bentuk Mesin <i>Friction Stir Spot Welding</i> Berbasis CNC .....	35
Gambar 4.2.	Dimensi Pipa Baja Untuk Rangka Utama : a) rangka axis x dan y, b) rangak axis z, c) rangka untuk kaki pada 4 sisi .....	37
Gambar 4.3.	Arah Gerakan Pada Sumbu Z .....	38
Gambar 4.4.	Batang Yang Diberikan Beban .....	43

<b>Gambar 4.5.</b>	<b>Posisi Pembebanan Gaya Yang Diberikan (a) 42,81 N Sebelum Pengelasan Dan (a) 68,67 N Saat Proses Pengelasan.....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 4.6.</b>	<b>Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress</i> (a) Sebelum Melakukan Pengelasan dan (b) Saat Proses Pengelasan..</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.7.</b>	<b>Hasil Simulasi <i>Displacement</i> (a) Sebelum Melakukan Pengelasan dan (b) Saat Proses Pengelasan..</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.8.</b>	<b>Hasil Simulasi <i>Safety Factor</i> (a) Sebelum Melakukan Pengelasan dan (b) Saat Proses Pengelasan..</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kode G Pada CNC.....	9
Tabel 2.2.	Kode M Pada CNC .....	10
Tabel 4.1.	Komponen-Komponen Utama.....	36
Tabel 4.2.	Komponen-Komponen Pada Sumbu Z.....	38
Tabel 4.3.	Komponen yang Terdapat di Sumbu X, Y, Z.....	46
Tabel 4.4	Spesifikasi Mesin <i>Friction Stir Spot Welding</i> Berbasis CNC ..	56

## DAFTAR SIMBOL

$n$	= Kecepatan putar (rpm)
$P_{ps}$	= Kecepatan masuk pulsa (pulsa/detik)
$N_p$	= Banyak pulsa per putaran (pulsa/rotasi)
$P$	= Daya (Watt)
$T$	= Torsi (Nm)
$\omega$	= Kecepatan sudut (rad/detik)
$\tau$	= Tegangan ( $N/mm^2$ )
$W$	= Berat (N)
$d_r$	= Diameter kaki ulir
$d_m$	= Diameter Efektif (mm)
$d_p$	= Diameter pitch (m)
$F$	= Gaya (N)
$m$	= Massa (kg)
$g$	= Gravitasi Bumi = $9,81 (m/s^2)$
$\pi$	= 3,14 (ketetapan)
$l$	= Pith (mm)
$\mu$	= Koefisien gesek
$H$	= Tinggi ulir
$v$	= Kecepatan (m/s)
$C_s$	= <i>Cutting Speed</i> (m/menit)
$a$	= Percepatan (m/s)
$F_N$	= Gaya normal (N)
$F_g$	= Gaya gesek (N)
$t$	= waktu tempuh
$L$	= Panjang
$A$	= Luas penampang
$\eta$	= Efisiensi
$Z$	= jumlah gigi

$I$	= Momen Inersia
$E$	= Elastisitas
$\tau_{\max}$	= Tegangan Geser Maksimum
$\sigma_{ijin}$	= Tegangan Ijin
$\sigma_b$	= Tegangan Bending

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1. Spesifikasi Motor Stepper
- LAMPIRAN 2. Spesifikasi *Timing Belt* GT2 dan *Pulley* GT2 16T
- LAMPIRAN 3. Spesifikasi Motor *Spindle*
- LAMPIRAN 4. *Trapezoidal Metric Thread*
- LAMPIRAN 5. *Properties Material Polypropylene* dan Material Baja
- LAMPIRAN 6. Program Sensor-Sensor
- LAMPIRAN 7. Gambar Teknik Mesin FSSW