

**SKRIPSI**

**PENGARUH *DIAMETER TOOL SHOULDER FRICTION STIR WELDING*  
SAMBUNGAN ALUMINIUM 5005 DENGAN TEMBAGA TERHADAP  
SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Strata Satu  
(S-1) Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :**

**Muhammad Alfian Alfin Kurniawan**

**20170130079**

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

**2021**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Alfan Alfin kurniawan

NIM : 20170130079

Judul Skripsi : Pengaruh *Diameter Tool Shoulder Friction Stir Welding* Sambungan Alumunium 5005 dengan Tembaga Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis.

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir saya dengan judul "Pengaruh *Diameter Tool Shoulder Friction Stir Welding* Sambungan Aluminium 5005 dengan Tembaga Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis" merupakan hasil kerja keras saya dan dosen pembimbing bagian penelitian dari Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D dan Ir. Muhammad Budi N.R., S.T., M.Eng. Tugas akhir ini merupakan karya saya dan dalam sepengetahuan saya karya ini belum pernah diajukan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana strata-1 di perguruan tinggi yang bersangkutan maupun perguruan tinggi lain. Selain itu, dalam penulisan juga tidak terdapat karya orang lain kecuali yang secara tertulis dicantumkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 Desember 2021

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Alfan Alfin Kurniawan

20170130079

## PERSEMBAHAN



Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang- Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

### **Ibunda dan Ayahanda Tercinta**

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu (Siti Muyassaroh) dan Ayah (Hermanto) yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga, tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena aku sadar, selama ini belum bisa berbuat lebih untuk membahagiakan Ibu dan Ayah. Ibu dan Ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasihatiiku serta selalu meridhoiku dalam melakukan hal yang baik.

Terimakasih ibu... Terimakasih Ayah...

### **Kakak dan Orang terdekatku**

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan karya kecil ini untuk Kakakku (Rezky Mau Rezky) dan teman-teman terdekatku. Terimakasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga doa dan segala hal yang engkau berikan menjadikanku orang yang lebih baik, dan segala hal yang baik akan kembali kepadamu. Terimakasih...

### **Teman-teman**

Teruntuk teman-temanku yang selalu memberikan semangat, motivasi, nasihat, dan dukungan moral serta material yang selalu membuatku semangat untuk menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih teman-temanku, kalian telah memberikan pelajaran yang sangat berharga dalam kehidupanku, semoga kita selalu terjaga dalam ikatan pertemanan sampai kapanpun.

## KATA PENGANTAR

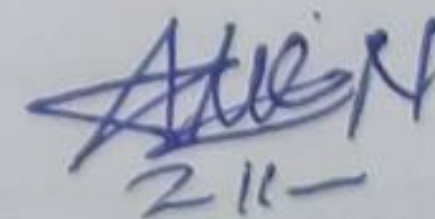
Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Pengaruh *Diameter Tool Shoulder Friction Stir Welding* Sambungan Alumunium 5005 dengan Tembaga Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis” dapat selesai tepat pada waktunya. Tugas akhir ini digunakan sebagai syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi ini membahas tentang sifat mekanis sambungan Aluminium A5005 dengan tembaga setelah dilakukan proses pengelasan.

Proses pengelasan yang terlihat sederhana ternyata terdapat beberapa kesulitan untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik. Hasil pengelasan yang terlihat baik secara visual belum tentu memiliki struktur makro dan mikro yang baik. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh kecepatan pengelasan terhadap sifat mekanis pada aluminium A5005 dengan tembaga.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengelasan *Friction Stir Welding* bahan alumunium paduan 5005 dan tembaga. Pengelasan dilakukan menggunakan sambungan *Butt-Joint* dengan variasi *diameter shoulder* 16 mm, 18 mm dan 20 mm dengan pengujian yang dilakukan meliputi pengujian struktur makro dan mikro, pengujian kekerasan *micro vickers* dan pengujian tarik.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan khususnya bagi teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai masukan untuk penyempurnaan penulisan di masa mendatang.

Yogyakarta, 22 Desember 2021



Muhammad Alfan Alfin Kurniawan

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiv
INTISARI .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Manfaat Penseelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kajian Pustaka .....	7
2.2. Dasar Teori .....	10
2.2.1. <i>Friction Stir Welding (FSW)</i> .....	10
2.2.2. Daerah Pengelasan .....	11
2.2.3. <i>Heat Input</i> .....	12
2.2.4. Aluminium 5005 .....	13
2.2.5. Tembaga.....	13
2.2.6. Diagram Fase Paduan Al-Cu .....	14
2.2.7. Pengujian Struktur Mikro .....	15
2.2.8. Pengujian Kekerasan.....	16

2.2.9. Pengujian Tarik.....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2. Perencanaan Penelitian.....	20
3.2.1. Tempat Penelitian .....	20
3.2.2. Variabel Penelitian.....	20
3.3. Alat dan Bahan .....	21
3.3.1. Alat Pengelasan .....	21
3.3.2. Bahan Penelitian .....	24
3.4. Proses Penelitian.....	24
3.4.1. Proses Pengelasan <i>Friction Stir Welding Dissimilar</i> .....	24
3.5. Proses Pengujian.....	26
3.5.1. Pengujian Struktur Makro dan Mikro .....	26
3.5.2. Pengujian Kekerasan .....	27
3.5.3. Pengujian Tarik.....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1. Perhitungan Nilai <i>Heat Input</i> .....	32
4.2. Hasil Pengelasan Secara Visual.....	34
4.3. Hasil dan Analisa Struktur Makro dan Struktur Mikro .....	35
4.4. Hasil Pengujian Kekerasan .....	39
4.5. Hasil Pengujian Tarik .....	41
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>46</b>
5.1. Kesimpulan .....	46
5.2. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>
Lampiran 1. Data hasil pengujian kekerasan <i>Vickers</i> .....	49
Lampiran 2. Data hasil pengujian Tarik variasi <i>diameter shoulder</i> .....	50

<b>Lampiran 3. Data hasil pengujian tarik <i>raw</i> material .....</b>	<b>51</b>
<b>Lampiran 4. Grafik hasil pengujian tarik variasi <i>diameter shoulder</i> .....</b>	<b>52</b>
<b>Lampiran 5. Grafik hasil pengujian tarik <i>raw</i> material .....</b>	<b>53</b>
<b>Lampiran 6. Data perhitungan nilai <i>heat input</i> .....</b>	<b>54</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel hasil uji tarik aluminium 11050 pengelasan FSW.....	8
Tabel 2.2 Komposisi Aluminium 5005 ( <i>ASM Handbook</i> Vol 02, 1990) .....	13
Tabel 3.1 Parameter pengelasan FSW .....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi alat uji kekerasan .....	28
Table 4.1 Nilai-nilai koefisien gesekan statis dan kinetik untuk berbagai permukaan.....	34
Table 4.2 Hasil pengamatan struktur makro sambungan pengelasan FSW.....	35
Tabel 4.3 Nilai rata-rata VHN .....	40
Table 4.4 nilai rata-rata hasil pengujian tarik pada setiap variasi <i>diameter shoulder</i> pengelasan FSW.....	42
Tabel 4.5 Hasil pengamatan patahan uji tarik pengelasan FSW .....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Friction Stir Welding</i> .....	11
Gambar 2.2 Daerah terpengaruh pada pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> (Mishra, 2007).....	12
Gambar 2.3 Diagram Fasa Al-Cu (ASM Handbook Vol 4).....	15
Gambar 2.4 Hasil Pijakan <i>Indentor Vickers</i> (ASTM E92-82).....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	19
Gambar 3.2 Mesin <i>Milling Vertikal Aciera</i> .....	21
Gambar 3.3 <i>Tool</i> .....	22
Gambar 3.4 Dimensi <i>Tool</i> .....	22
Gambar 3.5 <i>Backing plate</i> baja karbon.....	22
Gambar 3.6 Kunci <i>Shock</i> .....	23
Gambar 3.7 <i>Tachometer</i> .....	23
Gambar 3.8 Mesin <i>Grinder Polisher</i> .....	24
Gambar 3.9 Material plat aluminium paduan seri 5005 dan tembaga murni ....	24
Gambar 3.10 Skema pengelasan FSW .....	25
Gambar 3.11 Proses pengelasan FSW <i>dissimilar</i> aluminium tembaga .....	25
Gambar 3.12 <i>Optical microscope Olympus Bx53M</i> .....	26
Gambar 3.13 Skema pijakan <i>indentor Vickers</i> .....	27
Gambar 3.14 Mesin uji kekerasan.....	28
Gambar 3.15 Spesimen uji tarik ASTM E8.....	29
Gambar 3.16 Mesin uji tarik <i>Universal Testing Machine</i> .....	30
Gambar 4.1 Diagram batang nilai <i>heat input</i> pada setiap variasi <i>diameter shoulder</i> .....	32
Gambar 4.2 Hasil pengelasan FSW variasi <i>diameter shoulder</i> (a.) 16 mm, (b.) 18 mm, (c.) 20 mm .....	34
Gambar 4.3 Struktur mikro pada daerah base metal a). Aluminium 5005, dan b). Tembaga .....	37

<b>Gambar 4.4 Struktur mikro pada daerah HAZ alumunium dan tembaga a, b). 16 mm, c, d). 18 mm, dan e, f). 20 mm.....</b>	<b>37</b>
<b>Gambar 4.5 Struktur mikro pada daerah <i>stir zone</i> variasi <i>diameter</i> a). 16 mm, b). 18 mm, dan c). 20 mm. ....</b>	<b>38</b>
<b>Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian kekerasan pada base metal, HAZ, dan <i>stir zone</i> variasi <i>diameter shoulder</i>.....</b>	<b>39</b>
<b>Gambar 4.7 Diagram Balok Nilai Rata-rata VHN .....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 4.8 Tegangan dan regangan hasil uji tarik variasi <i>diameter shoulder</i> pengelasan FSW .....</b>	<b>42</b>
<b>Gambar 4.9 Diagram balok nilai rata-rata tegangan maksimum.....</b>	<b>43</b>
<b>Gambar 4.10 Diagram balok rata-rata hasil pengujian tarik tiap variasi <i>diameter shoulder</i> .....</b>	<b>43</b>