

**PENGARUH GEOMETRI STUD PADA PENGELASAN
GESEK Al dan Cu DENGAN MENGGUNAKAN
METODE FRAKTOGRAFI**

SKRIPSI



Oleh:

Radi Syahputra

1803035079

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA**

2025

**PENGARUH GEOMETRI STUD PADA PENGELASAN
GESEK Al dan Cu DENGAN MENGGUNAKAN
METODE FRAKTOGRAFI**

SKRIPSI



Oleh :

Radi Syahputra

1803035079

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH GEOMETRI STUD PADA PENGELASAN
GESEK Al DAN Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FRAKTOGRAFI

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin

Oleh :

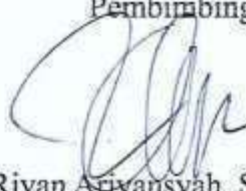
Radi Syahputra

1803035079

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri dan Informatika
UHAMKA

Tanggal, 22 April 2025

Pembimbing,



Riyan Ariyansyah, S.T., M.T

NIDN. 03240691002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Firman Noor Hasan, S. Kom., M.Tl.

NIDN. 031088305

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH GEOMETRI STUD PADA PENGELASAN GESEK Al dan Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FRAKTOGRAFI

SKRIPSI

Oleh :
Radi Syahputra
1803035079

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi Program Studi
Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri dan Informatika UHAMKA

Tanggal, 22 Mei 2025

Pembimbing,



Riyan Ariyansyah, S.T., M.T
NIDN. 03240691002

Penguji-1



Delvis Agusman, S.T., M.Sc
NIDN. 0311087002

Penguji-2



Pancatutva Hesti Gunawan, S.T., M.T.
NIDN. 0315046802

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri dan
Informatika UHAMKA



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si
NIDN. 031126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Firman Noor Hasan, S.Kom., M.Ti
NIDN. 0301088305

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Radi Syahputra

NIM : 1803035079

Judul : PENGARUH GEOMETRI STUD PADA PENGELASAN
GESEK Al DAN Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FRAKTOGRAFI

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 20 April 2025



Radi Syahputra

KATA PENGANTAR

Assallamu 'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh,

Puji serta syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga, Skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Geometri Stud Pada Pengelasan Gesel Al dan Cu Dengan menggunakan Metode Fraktografi”** dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari tanpa adanya bimbingan dan support dari semua belah pihak, penulisan Skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya sebagai penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar – besarnya kepada dosen pembimbing dan pihak – pihak yang turut membantu dalam penulisan penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Saepudin dan Ibu Sri Dewi, selaku kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan serta do'anya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Riyan Ariyansyah, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang membimbing penulisan Skripsi saya sehingga, dapat selesai tepat waktu.
3. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T.,M.Si, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
4. Bapak Firman Noor Hasan, S.Kom., M.TI, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UHAMKA.
5. Teman -teman Teknik Mesin UHAMKA angkatan 2018.
6. Kepada Deanissa Azzahra A.Md.MLog, Terima kasih telah menjadi sosok rumah pendamping bagi penulis.

Penulis mengakui bahwa laporan Skripsi ini belum sempurna dan terbuka menerima kritik serta saran yang membangun. Penulis berharap Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, serta semoga tujuan laporan ini tercapai sesuai harapan.

Wassalamu 'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh.

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Radi Syahputra

NIM 1803035079

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Pengaruh Geometri Stud Pada Pengelasan Gesek Aluminium

Dan Tembaga Dengan menggunakan Metode Fraktografi

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 20 April 2025

radi

Radi Syahputra

ABSTRAK

Pengaruh Geometri Sud Pada Pengelasan Gesek Al dan Cu Dengan Menggunkan Metode Fraktografi

Radi Syahputra

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi geometri stud pada proses pengelasan gesel antara aluminium dan tembaga dengan menggunakan metode fraktografi untuk mengamati karakteristik patahan dan kegagalan sambungan las. Pengelasan gesek merupakan metode pengelasan *solid-state* yang mengandalkan gesekan dan tekanan untuk menghasilkan sambungan tanpa logam pengisi. Variasi geometri stud, seperti diameter dan bentuk permukaan, diduga mempengaruhi distribusi panas, tekanan, dan deformasi plastis selama proses pengelasan, sehingga berdampak pada kualitas sambungan dan sifat mekanik hasil las. Metode fraktografi digunakan untuk mengidentifikasi mode patahan (ulet atau getas) dan karakteristik mikrostruktur pada permukaan patahan sambungan las Al- Cu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geometri stud yang optimal dapat meningkatkan kekuatan sambungan dengan menghasilkan pola patahan ulet yang ditandai oleh permukaan patahan berserat dan dimple pada analisis SEM, sedangkan geometri yang kurang sesuai menyebabkan patahan getas dengan permukaan patahan granular dan retak yang cepat menjalar. Dengan ini memberikan pemahaman penting mengenai pengaruh parameter geometri stud dalam pengelasan gesel Al-Cu dan bagaimana metode fraktografi dapat digunakan untuk evaluasi kegagalan sambungan las secara mendalam. Serta penelitian ini mengamati tiga variasi RPM (1000, 1500, 2500).

Kata kunci : Geometri stud, Aluminium, Tembaga, Metode fraktografi, RPM

ABSTRACT

The Effect of Stud Geometry on Al and Cu Friction Welding Using Fractography Method

Radi Syahputra

This study aims to analyze the effect of stud geometry variations on the friction welding process between aluminum and copper using the fractography method to observe the fracture characteristics and failure of welded joints. Friction welding is a solid-state welding method that relies on friction and pressure to produce joints without filler metal. Variations in stud geometry, such as diameter and surface shape, are thought to affect the distribution of heat, pressure, and plastic deformation during the welding process, thus affecting the quality of the joint and the mechanical properties of the weld. The fractography method is used to identify the fracture mode (ductile or brittle) and microstructural characteristics on the fracture surface of Al-Cu welded joints. The results show that optimal stud geometry can increase the strength of the joint by producing a ductile fracture pattern characterized by a fibrous and dimple fracture surface in SEM analysis, while less suitable geometry causes brittle fractures with granular fracture surfaces and rapidly propagating cracks. This provides important insights into the influence of stud geometry parameters in Al-Cu friction welding and how fractography methods can be used for in-depth failure evaluation of welded joints. Also, this study observed three variations of RPM (1000, 1500, 2500).

Keywords : Stud geometry, Aluminum, Copper, Fractography method, RPM

HALAMAN PERSETUJUAN	DAFTAR ISI	ii
HALAMAN PENGESAHAN		iii
PERNYATAAN KEASLIAN		iv
KATA PENGANTAR		v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS		vi
ABSTRAK		vii
DAFTAR ISI		viii
DAFTAR TABEL		x
DAFTAR GAMBAR		xi
DAFTAR GRAFIK		xii
DAFTAR NOTASI		xiii
DAFTAR LAMPIRAN		xiv
BAB 1. PENDAHULUAN		1
1.1 Latar Belakang		1
1.2 Perumusan Masalah		2
1.3 Batasan Masalah		2
1.4 Tujuan Penelitian		2
1.5 Manfaat Penelitian		3
1.6 Sistematika Penulisan		4
BAB 2. DASAR TEORI		5
2.1 Definisi Prinsip Pada Pengelasan Gesek		5
2.2 Geometri Stud		6
2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Pengelasan Gesek		6
2.4 Metode Fraktografi		7
2.5 Proses dan Macam Jenis Pengelasan Gesek		7
2.6 Klasifikasi Al dan Cu		9
BAB 3. METODOLOGI		12
3.1 Alur Penelitian		12
3.2 Mengidentifikasi		13
3.2.1 Pemilihan Material		13

3.2.2 Geometri Stud.....	13
3.2.3 Parameter Pengelasan	13
3.3 Pengujian	14
3.4 Pembuatan Spesimen.....	14
3.5 Hasil Uji Tarik Al dan Cu Menggunakan Metode Fraktografi	15
3.6 Pemahasan	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil Observasi.....	18
4.2 Suhu pengelasan <i>Rotary</i>	18
4.3 Hasil Pengamatan Dari Struktur Mikro/Makro RPM 1000	19
4.4 Hasil Pengamatan Dari Struktur Mikro/Makro RPM 1500	21
4.5 Hasil Pengamatan Dari Struktur Mikro/Makro RPM 2500	23
4.6.1 Hasil Pengamatan Metode Fraktografi Al dan Cu RPM 1000.....	25
4.6.2 Hasil Pengamatan Metode Fraktografi Al dan Cu RPM 1500.....	25
4.6.3 Hasil Pengamatan Metode Fraktografi Al dan Cu RPM 2500.....	26
BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR REFERENSI.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.2.1 Suhu Pengelasan <i>Rotary</i>	18
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Proses Pengelasan Stud.....	6
Gambar 2.3 Material Sambungan Pengelasan Gesek	7
Gambar 2.5.1 <i>Friction Welding</i>	8
Gambar 2.5.2 Jenis FSW	8
Gambar 2.5.3 <i>Direct Drive Friction welding</i>	9
Gambar 2.5.4 <i>Rotary friction Welding</i>	9
Gambar 3.1 Flowchart Observasi	12
Gambar 3.4.1 Material Al dan Cu Yang Akan Dipotong	14
Gambar 3.4.2 Material Al dan Cu Yang Belum Dibentuk Spesimen.....	15
Gambar 3.4.3 Spesimen Uji Tarik.....	15
Gambar Flowchart 3.7 Roadmap Penelitian Pengelasan Gesek	17
Gambar 4.3.1 Struktur Makro RPM 1000	19
Gambar 4.3.2 Struktur Mikro Al Dengan Perbesaran 100x.....	19
Gambar 4.3.3 Struktur Mikro Daerah Pengelasan Dengan perbesaran 500x.....	20
Gambar 4.3.4 Struktur Mikro Tembaga Dengan Perbesaran 1000x.....	20
Gambar 4.4.1 Struktur Makro RPM 1500	21
Gambar 4.4.2 Struktur Mikro Al Dengan Perbesaran 100x.....	21
Gambar 4.4.3 Struktur Mikro Daerah Pengelasan Dengan perbesaran 500x.....	22
Gambar 4.4.4 Struktur Mikro Tembaga Dengan Perbesaran 1000x.....	22
Gambar 4.5.1 Struktur Makro RPM 2500	23
Gambar 4.5.2 Struktur Mikro Al Dengan Perbesaran 100x.....	23
Gambar 4.5.3 Struktur Mikro Daerah Pengelasan Dengan perbesaran 500x.....	24
Gambar 4.5.4 Struktur Mikro Tembaga Dengan Perbesaran 1000x.....	24

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.2.1 Suhu Pengelasan <i>Rotary</i>	18
--	----

DAFTAR NOTASI

No	Uraian	Notasi	Satuan
1	Luas penampang	A	m^2
2	Gaya atau Tekanan	F	kg atau <i>Newton</i>
3	Waktu	t	<i>detik</i> atau <i>menit</i>
4	Temperatur	T	$^{\circ}C$
5	Diameter	d	mm
6	Panjang	L	mm
7	Moudulus elastisitas	E	GPa
8	Tegangan	σ	MPa atau N/mm^2
9	Regangan	ϵ	-
10	Kekerasan	H	<i>Vickers</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.....	30
Lampiran B	30
Lampiran C	30
Lampiran D.....	31
Lampiran E	31
Lampiran F.....	31
Lampiran G.....	32
Lampiran H.....	36
Lampiran I.....	37
Lampiran J.....	38