



**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN MESIN
BUBUT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN
PADA *FRICTION WELDING* ALUMINIUM DAN TEMBAGA**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

NAMA : AHMAD IBRAHIM

NIM : 182110051

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2023**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 04 Februari 2023

Mahasiswa,



Ahmad Ibrahim

NIM. 182110051

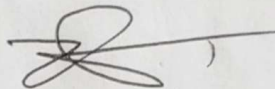
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ahmad Ibrahim
NIM : 182110051
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Mesin
Bubut Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan
Pada *Friction Welding* Aluminium Dan Tembaga

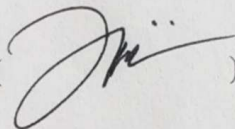
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana **Teknik** pada Program Studi **Teknik Mesin** Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Ade Sunardi, ST., MT

()

Pembimbing 2 : Ayu Nurul Haryudiniarti, ST., MT

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 04 Februari 2023

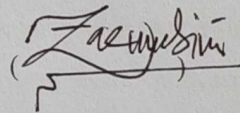
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ahmad Ibrahim
NIM : 182110051
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Mesin
Bubut Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan
Pada *Friction Welding* Aluminium Dan Tembaga

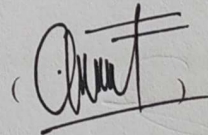
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana **Teknik** pada Program Studi **Teknik Mesin** Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

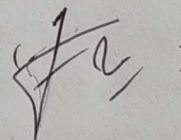
Penguji 1 : Mohamad Zaenudin, S.pd., M.Sc.Eng



Penguji 2 : Nashrul Chanief Hidayat, ST., M.Eng



Penguji 3 : Fajar Mulyana, ST., MT



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 04 Februari 2023

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Ibrahim
NPM : 182110051
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

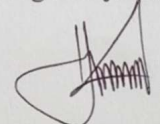
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN MESIN BUBUT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA *FRICITION WELDING* ALUMINIUM DAN TEMBAGA

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 04 Februari 2023

Yang menyatakan



Ahmad Ibrahim

NIM. 182110051

ABSTRAK

Teknik pengelasan telah digunakan secara luas dalam penyambungan logam dengan media panas. Sumber panas yang dipakai berasal dari busur listrik, nyala oksi-asitilen dan gesekan. las gesek (*friction welding*) merupakan salah satu metode pengelasan jenis solid state welding, dimana panas dihasilkan oleh dua logam yang bergesekan sehingga logam mencair kemudian membeku bersama-sama menjadi sambungan las. Sambungan las yang paling banyak digunakan pada saat ini adalah las fusi. Kelebihan pengelasan ini adalah tidak membutuhkan logam pengisi, waktu pengelasannya cepat dan temperatur operasi di bawah titik lebur logam. Keunggulan lain teknik pengelasan ini adalah menghemat bahan karena tidak membutuhkan logam pengisi, fluks dan gas pelindung, waktu pengelasan pendek dan temperatur operasi di bawah titik lebur logam. Penelitian ini membahas mengenai pengelasan gesek untuk mengetahui sifat mekanis pada pengelasan gesek Aluminium/Tembaga. Metode yang digunakan dengan pengujian yaitu : uji tarik dan uji kekerasan (*Vickers*). Pada pengujian ini didapat nilai uji tarik paling tinggi terdapat pada specimen no 9 yaitu 352Mpa dengan parameter waktu gesek 70s, tekanan tempa 2,5 Mpa dan waktu tempa 35s. dan untuk hasil Uji kekerasan dengan nilai yang tinggi terdapat pada specimen no 9 area weld yaitu 649HV dengan parameter waktu gesek 70s, tekanan tempa 2,5 Mpa dan waktu tempa 35s.

Kata Kunci : *Friction Welding, ALUMINIUM/TEMBAGA, Uji tarik*

ABSTRACT

Welding techniques have been widely used to join metals to hot media. The heat source used comes from an electric arc, an oxy-acetylene flame, and friction. Friction of 35 s. welding is a type of solid state welding method, where heat is generated by two metals rubbing together so that the metal melts and then freezes together to form a welded joint. The most widely used welding connection today is fusion welding. The advantages of this type of welding are that it does not require filler metal, the welding time is fast, and the operating temperature is below the metal's melting point. Another advantage of this welding technique is that it saves material because it does not require filler flux, arc flux and shield and heating gas, short welding times and operates below the metal's melting point. This study discusses friction welding to determine the mechanical properties of aluminum/copper friction welding. The methods used with the test are: tensile test and hardness test (Vickers). In this test, the highest tensile test value was found in specimen No. 9, 352 MPa with the parameters of friction time of 70 s, pressure of 2.5 MPa and forging time 35 s. and for the results of the hardness test with high values found in specimen no. 9 in the weld area, namely 649HV with the parameters of friction time of 70 s, forging pressure of 2.5 MPa, and forging time of 35 s.

Keywords: Friction Welding, Metal ALUMINIUM / TEMBAGA, Tensile Test,

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	v
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 6
2.1 Pengelasan	6
2.2 Klasifikasi Pengelasan.....	7
2.3 Macam-macam dan Jenis Pengelasan	8
2.4 Las Gesek	13
2.5 Jenis-jenis Sambungan Las	16
2.6 Mesin Bubut.....	18
2.7 Pengujian Hasil Pengelasan	19
2.8 Alumunium	23
2.9 Tembaga	24
2.10 Mesin <i>Friction Welding</i>	24
2.11 Standar ASTM	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Diagram Alir Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.4 Teknik Pengumpulan Data	31
3.5 Analisis Metallografis	33
3.6 Pelaksanaan Penelitian	33
3.7 Proses Pengelasan	34
3.8 Pengujian Mekanis	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Hasil Penyambungan Benda Uji	44
4.1.1 Hasil Pengelasan Gesek	44
4.2 Hasil Pengujian Mekanik	45
4.2.1 Suhu Yang Terjadi Pada Friction Welding Al Dan Cu	45
4.2.2 Nilai Hasil Pengujian Tarik	46
4.2.3 Nilai Hasil Pengujian Vickers	52
4.3 Mikrostruktur	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik pengelasan telah digunakan secara luas dalam penyambungan logam dengan media panas. Sumber panas yang dipakai berasal dari busur listrik, nyala oksi-asitilen dan gesekan. Las busur listrik umumnya adalah salah satu jenis cara untuk menyambung logam dengan menggunakan nyala busur listrik ke permukaan logam yang akan dilas. Daerah yang terkena busur listrik maka akan mencair, termasuk juga elektroda yang menghasilkan busur listrik akan mencair di pangkal ujungnya dan terus merambat sampai habis. Nyala oksi-asitilen berasal dari pembakaran oksigen dan gas asitilen. Sedangkan las gesek (*friction welding*) merupakan salah satu metode pengelasan jenis solid state welding, dimana panas dihasilkan oleh dua logam yang bergesekan sehingga logam mencair kemudian membeku bersama-sama menjadi sambungan las. Sambungan las yang paling banyak digunakan pada saat ini adalah las fusi. Las fusi merupakan proses pengelasan dengan mencairkan sebagian logam induk yang dicairkan bersamaan bahan tambah pada saat proses pengelasan. Dalam pengaplikasiannya las fusi biasa digunakan untuk pengelasan pelat datar, plat siku, dan pipa. Jenis pengelasan fusi diantaranya Shield Metal Arc Welding (SMAW), Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), Metal Inert Gas (MIG), dan sebagainya. Metode pengelasan fusi juga masih memiliki kekurangan, seperti pada saat melakukan pengelasan untuk logam silinder pejal berdiameter besar, pengelasan hanya dapat dilakukan pada sisi luar permukaan saja, sedangkan pada sisi dalam sulit dilakukan. Untuk mengatasi masalah tersebut telah dikembangkan teknik solid state welding. Teknik pengelasan tanpa logam pengisi atau pengelasan padat. Jenis teknik yang dipakai biasanya adalah las gesek (*friction welding*). Dimana panas untuk pengelasan dihasilkan oleh gerakan relatif antara dua permukaan bahan yang saling bergesekan, salah satu berputar sedang lainnya diam, lalu dikontakkan oleh gaya tekan. Gesekan pada kedua permukaan kontak dilakukan meningkat. Dengan gaya tekan dan panas pada kedua

permukaan hingga pertemuan kedua bahan mencapai suhu leleh (*melting temperature*) maka terjadilah proses las.

Kelebihan pengelasan ini adalah tidak membutuhkan logam pengisi, waktu pengelasannya cepat dan temperatur operasi di bawah titik lebur logam. Sultoni (2016), mempelajari efek tekanan gesek dan waktu gesekan pada penyambungan dissimilar bahan Aluminium Alloy 2024 T4 dan Stainless Steel AISI 420 metode continuous drive friction welding. Waktu yang sangat lama dapat menyebabkan produktivitas menurun saat proses pengelasan. Sementara tekanan gesek yang terlalu besar dapat menyebabkan pemborosan bahan. Sedangkan waktu yang tidak sesuai dapat menyebabkan pemanasan yang tidak merata serta kemungkinan terjadi jebakan oksida di daerah interface. Sehingga pemilihan parameter tekanan gesek dan waktu gesekan menentukan boros atau tidaknya bahan dan hasil dari sambungan tersebut. Shubhavardhan dan Surendran (2012), melakukan penelitian dissimilar material Aluminium Alloy AA6082 dan Tembaga dengan metode continuous drive friction welding. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi waktu gesek dan tekanan gesek. Waktu gesek yang lama menyebabkan terbentuknya lapisan intermetalik di daerah interface. Pengaruh waktu gesek dan tekanan gesek pada kekuatan sambungan dengan waktu tempa konstan yaitu 210 MPa menimbulkan fraktur pada interface sambungan las dissimilar material. Kekuatan sambungan las lebih rendah dari pada kekuatan base metal Aluminium Alloy AA6082 yaitu sebesar 290 MPa. Hasil patahan tarik menunjukkan Aluminium menempel sebagian pada Stainless Steel. Dari penelitian yang telah dilakukan belum menemukan banyak variasi tekanan gesek yang sesuai pada pengelasan continuous drive friction welding menggunakan bahan Tembaga terhadap kekuatan tarik, dan nilai kekerasan sambungan las. Hanya ada beberapa variasi tekanan gesek yang sesuai dalam penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Untuk itu, penelitian ini difokuskan pada pengaruh variasi tekanan gesek terhadap kekuatan tarik, struktur mikro, dan nilai kekerasan dengan material Tembaga.

Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang telah dipakai secara luas di dunia industri karena kekuatan mekanis dan ketahanan korosi yang

tinggi. Teknik penyambungan/pengelasan baja tahan karat austenitik, dengan memperhatikan sifat mekanis dan ketahanan korosinya.

harus mempertimbangkan aspek metalurgi, geometri dan pengerjaan akhir dari permukaannya. Pada proses pengelasan konvensional, seperti: las TIG, laser atau pengelasan electron beam, menimbulkan peluang terbentuknya propagasi fasa yang tidak diinginkan dan beberapa perubahan metalurgi yang merugikan di daerah pengelasan, seperti: fasa ferit- δ , korosi batas butir, korosi regangan dan fasa- σ . Permasalahan pada proses pengelasan gesek konvensional tersebut dapat dieliminasi dengan penggunaan solid state welding process, dimana pengelasan gesek merupakan salah satunya, karena proses pengelasan ini singkat dan memiliki kecepatan pendinginan tinggi. Pada proses pengelasan gesek, panas diperoleh dengan mengkonversikan energi mekanis menjadi energi termal pada antar muka komponen yang bergesekan, kemudian tekanan tanpa diberikan untuk menyambung komponen tersebut. Teknik pengelasan ini dapat digunakan untuk menyambung logam yang sangat berbeda sifat thermal dan mekanisnya, juga sering diaplikasikan pada sambungan antar logam yang tidak dapat dilakukan oleh teknik pengelasan logam lainnya yang menghasilkan fase getas. Keunggulan lain teknik pengelasan ini adalah menghemat bahan karena tidak membutuhkan logam pengisi, fluks dan gas pelindung, waktu pengelasan pendek dan temperatur operasi di bawah titik lebur logam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan gesekan pada pengelasan gesek (*Friction Welding*) terhadap kekuatan tarik aluminium 6061 dan Tembaga
- b. Untuk Mengetahui bagaimana pengaruh tekanan tanpa pada sambungan Aluminium dan Tembaga dengan proses friction welding.

1.3 Batasan Masalah

Selama proses penyusunan tugas akhir ini maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas dengan rincian sebagai berikut :

Penelitian ini hanya difokuskan pada:

1. Proses pengelasan gesek.
2. Material yang digunakan adalah Alumunium 6061 dengan Tembaga.
3. Spesimen benda kerja dengan dimensi panjang 100 mm dan diameter 12 mm.
4. Parameter yang digunakan dalam proses pengelasan yaitu : *friction time*, *rotation speed* dan *friction pressure*.
5. Pengujian sambungan las yang akan dilakukan adalah uji *hardness Vickers test* dan uji tarik (*tensile strength*)
6. Standar yang diajukan untuk parameter las dan uji kekuatan adalah standard ASTM.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis kekerasan terhadap sambungan las gesek pada material Aluminium dengan material Tembaga dengan menggunakan metode *hardness vickers test*.
2. Menganalisis kekuatan tarik (*tensile strength*) terhadap sambungan las gesek pada material Aluminium dengan material Tembaga.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai referensi dalam melaksanakan pengelasan dengan parameter yang tepat agar diperoleh hasil yang diinginkan.
2. Sebagai referensi untuk penelitian sejenis.
3. Memberikan motivasi kepada peneliti lain untuk meneliti proses pengelasan gesek lebih lanjut.
4. Menambah pustaka keilmuan dalam bidang teknik mesin, khususnya tentang las gesek.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut ini:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan Skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori-teori yang diambil dari beberapa literatur, buku dan dokumentasi lainya yang mendukung masalah penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang obyek penelitian, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, analisa data dan kerangka pemecahan masalah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil penelitian yang dilakukan pada pekerja meliputi perbandingan cara kerja dan setelah penggunaan alat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Mengemukakan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari analisa data serta mengemukakan saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan dan masukan bagi pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM A751-01, 2001, Standard Test Methods, Practices, And Terminology For Chemical Analysis Of Steel Products, Bar Harbour, United State.
- Gusti Rusydi M, F. (2016). Pengujian Sambungan Pengelasan Las Gesek Aluminium. *Ta Wijaya*
- Hermawan Widi Laksono dan Sugiyanto (2014) Analisa hasil pengelasan gesek pada sambungan sama jenis baja st 60, sama jenis aisi 201, dan beda jenis baja st 60 dengan aisi 201. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, Vol. 2, No. 1, Universitas Diponegoro.
- Husodo dan Sanyoto, 2011. Peningkatan Peran Teknologi Friction Welding Dalam Memproduksi As Sepeda Motor Produk Industri Kecil D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Manideep, D., dan K. Balachandar. 2012. "Parameter Pengelasan-Sifat Metalurgi Korelasi Pengelasan Gesekan Baja Tahan Karat Austenitik dan Baja Tahan Karat Feritik." *Jurnal Ilmu Terapan*.
- Mishra, R. S., dan Z. Y. Ma. 2005. "Pengelasan dan Pemrosesan Aduk Gesekan". *Ilmu dan Teknik Material R: Laporan*.
- Nafsani dan Wisnu, 2019. Friction Welding Optimasi Parameter Proses Las Gesek Rotari Terhadap Kekuatan Sambungan Las Bahan Tembaga Fakultas teknik jurusan teknik mesin Universitas Pancasila Jakarta
- Prasetyono, S. (2012). Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek Dan Tekanan. *Sains Dan Seni Pomits Vol. 1, No. 1, (2012) 1-5*, 51-55.
- Rai, R., A. De, H. K.D.H. Bhadeshia, dan T. DebRoy. 2011. "Ulasan: Alat Las Pengaduk Gesekan." *Ilmu dan Teknologi Pengelasan dan Penggabungan*.
- Romadhan, A. R. (2019). Sifat Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las Gesek Tak sejenis. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*,
- Sahin. (2007). Penelitian Tentang Pengelasan Gesek. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 1, No. 1, (2012)*.