

SKRIPSI

**PENGARUH PUTARAN LAS FRICTION WELDING TERHADAP
KEKUATANHASIL LASAN PADA BAHAN NON FERRO**



DISUSUN OLEH :

NAMA:RADIFTA ADI NUGRAHA

NIM: 1811912

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN S-I
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PENGARUH PUTARAN LAS FRICTION WELDING TERHADAP
KEKUATAN HASIL LASAN PADA BAHAN NON FERRO**

**Disusun Dan Ajukan Untuk Memenuhi Syarat Guna Mencapai
Gelar “ SARJANA TEKNIK “**

Disusun Oleh :

Nama : Radifta Adi Nugraha
Nim : 1811912
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1**



Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT
NIP.Y.1030400405

**Disetujui,
Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Eko Edy Susanto', written over the text of the supervisor's name.

Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT
NIP. 1957032211982111001



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

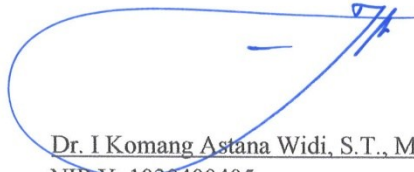
Kampus I : JL. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 55141 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65141
Kampus II : JL. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Radifta Adi Nugraha
NIM : 1811912
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Pengaruh Putaran Las Friction Welding Terhadap Kekuatan Hasil Lasan Pada Bahan Non Ferro
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Rabu
Tanggal : 29 Januari 2020
Dengan Nilai : 80,35 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA,



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

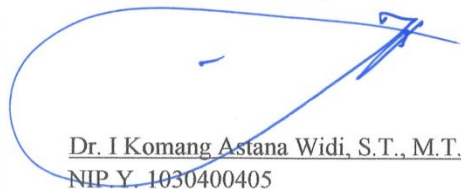
SEKRETARIS,



Febi Rahmadiano, S.T., M.T.
NIP. Y. 1031500490


ANGGOTA

PENGUJI I,



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

PENGUJI II,



Ir. Teguh Rahardjo, M.T.
NIP. 195706011992021001

iii



ABSTRAK

RadiftaAdiNugraha. 2020. PengaruhPutaran Las Friction Welding TerhadapKekuatanHasilLasanPadaBahan Non Ferro. LaporanSkripsi. InstitutTeknologiNasional Malang. FakultasTeknologiIndustri. TeknikMesin S-1.

DosenPembimbing : Ir. Drs. EkoEdySusanto, MT

Teknologilasesek (friction welding) merupakan salah satu metoda proses pengelasan jenis solid state welding dimana sumber panas ditimbulkan oleh dua logam yang bergesekan. Dengan mengombinasikan panas dan tekanan tempam kedua logam akan tersambung dengan baik. Pengelasan untuk benda pejal sangat sulit untuk dilakukan. Pengelasan friction merupakan salah satu solusi untuk mengelas benda pejal. Dilakukan penelitian terhadap kuningan dan tembaga dilakukan pengelasan dengan waktu 30 detik, penekanan 1 bar, putaran mesin bervariasi yaitu 2800 rpm, 3400 rpm dan 4000 rpm. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap hasil lasan antara lain pengujian tarik, pengujian kekerasan dan mikrostruktur, dengan nilai uji tarik tertinggi di lihat pada spesimen kuningan dengan 4000 rpm dengan nilai sebesar 1008,60 MpA, dengan nilai rata-rata 620,9 MpA. Dan nilai terendah uji tarik dapat dilihat pada spesimen kuningan dengan 2800 rpm dengan nilai sebesar 185,60 MpA, dengan nilai rata-rata 340,26 MpA. Nilai tertinggi dari pengujian kekerasan pada spesimen kuningan adalah 4000 rpm dengan nilai 209,6 HV dan nilai terendah dari pengujian kekerasan pada spesimen kuningan adalah 2800 rpm dengan nilai 189,6 HV. Pada tembaga terlihat kegagalan pada proses pengelasan friction welding, hal ini terjadi karena mesin friction mempunyai keterbatasan pada putaran yang diperlukan untuk mencapai titik lebur dan putaran las friction welding kurang dari 5000 rpm dengan waktu proses pengelasan yang singkat hanya 30 detik. Karena suhu panas yang di hasilkan dari friction welding tersebut kurang maksimal, maka terjadi kegagalan pada proses penyambungan friction welding.

Kata Kunci : Kuningan dan Tembaga, Friction welding, Pengaruh Putaran, Kualitas Pengelasan.

ABSTRACT

RadiftaAdiNugraha. 2020. Effect of Welding Friction Welding Rounds on the Strength of Yields on Non Ferrous Materials. Thesis Report. Malang National Technology Institute. Industrial Technology Faculty. S1 Mechanical Engineering.

Academic Advisor: Ir. Drs. EkoEdySusanto, MT

Friction welding technology (friction welding) is one method of welding the type of solid state welding where the heat source is generated by two metals rubbing together. By combining heat and pressure, two metals will connect properly. welding for solid objects is very difficult to do. Friction welding is one solution to weld solid objects. Research on brass and copper was carried out welding with a time of 30 seconds, 1 bar of pressure, engine speed varied namely 2800 rpm, 3400 rpm and 4000 rpm. The results of tests conducted on welds include tensile testing, hardness testing and microstructure, with the highest tensile test value seen in brass specimens with 4000 rpm with a value of 1008.60 MpA, with an average value of 620.9 MpA. And the lowest value of the tensile test can be seen in brass specimens with 2800 rpm with a value of 185.60 MpA, with an average value of 340.26 MpA. The highest value of hardness testing on brass specimens is 4000 rpm with a value of 209.6 HV and the lowest value of hardness testing on brass specimens is 2800 rpm with a value of 189.6 HV. In copper, failure in the friction welding process is seen, this occurs because the friction machine has a limit on the rotation needed to reach the melting point and the friction welding welding speed is less than 5000 rpm with a short welding process time of only 30 seconds. Because the heat temperature generated from the friction welding is less than the maximum, then there is a failure in the friction welding process.

Keywords: Brass and Copper, Friction welding, Effect of rotation, welding quality.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat, hikmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk mengakhiri masa kuliah di Program Studi Teknik Mesin S-1 dapat diselesaikan.

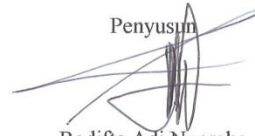
Dalam proses penyusunan Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Putaran Las Friction Terhadap Hasil Lasan Pada Bahan Non Ferro”**, penulis mendapatkan masukan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astanata Widi, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional.
4. Bapak Ir. Drs Eko Edy Susanto, MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Bapak dan Ibu kedua Orang tua saya yang sudah membesarkan dan mendidik saya, memberi doa, semangat, dukungan, dan biaya selama proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari atas keterbatasan pengetahuan dan ketelitian, sehingga mungkin ada kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan, guna perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.

Malang, 14 - 02-2020

Penyusun



Radifta Adi Nugraha
NIM. 1811912

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Radifta Adi Nugraha

NIM : 1811912

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 , Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Dengan sesungguhnya bahwa isi Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Putaran Las Friction Welding Terhadap Kekuatan Hasil Lasan Pada Bahan Non Ferro”** adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 14 - 02 - 2020



Radifta Adi Nugraha
NIM. 1811912



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang , 20 September 2019

Nomor : ITN-373 /I.TA/2020
Lampiran :
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth Sdr. **Ir. Drs. Eko Edi Susanto,MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
di MALANG

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Skripsi untuk saudara mahasiswa :

Nama : **Radifta Adi Nugraha**
Nim : **1811912**
Jurusan : Teknik Mesin
Program studi : Teknik Mesin (S1)

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara selama 6 (enam) bulan terhitung mulai bulan :

September 2019 S/d Maret 2020

Adapun tugas tersebut untuk menempuh Ujian Akhir Program Sarjana S1. Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.

Jurusan Teknik Mesin SI
Ketua


Dr. I Komang Astana Widi, ST.MT
NIP. P. 1030400405

Tembusan Kepada Yth :

1. Bapak/Ibu Dekan FTI ITN Malang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip



BAN-PT


LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Radifta Adi Nugraha
NIM : 1811912
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Pengaruh Putaran Las Friction Welding Terhadap Kekuatan Hasil Lasan Pada Bahan Non Ferro
Dosen Pembimbing : Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT.

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	14 Oktober 2019	Pengajuan judul skripsi	
2	23 Oktober 2019	Pengajuan proposal skripsi	
3	15 November 2019	Revisi proposal skripsi	
4	1 Desember 2019	Konsultasi Bab 1,2, dan 3	
5	6 Januari 2020	Konsultasi Bab 4 dan 5	
6	9 Januari 2020	Asistensi seminar hasil	
7	20 Januari 2020	Revisi seminar hasil	
8	23 Januari 2020	ACC skripsi untuk ujian komprehensif	

Malang, 14 Februari 2020

Diperiksa dan Disetujui
Dosen pembimbing


Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT.
NIP. 1957032211982111001

LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Radifta Adi Nugraha
NIM : 1811912
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Pengaruh Putaran Las Friction Welding Terhadap Kekuatan Hasil Lasan Pada Bahan Non Ferro

Tanggal mengajukan skripsi : 14 Oktober 2019
Tanggal menyelesaikan skripsi : 29 Januari 2020
Telah dievaluasi dengan nilai : 88,0 (A)
Dosen pembimbing : Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT.

Malang, 14 Februari 2020

Diperiksa dan Dijetujui
Dosen pembimbing



Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT.
NIP. 1957032211982111001

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA SKRIPSI	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	vii
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	viii
LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI.....	ix
LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	vix
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. RumusanMasalah	2
1.3. Batasan masalah	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Metode pengambilann data	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pengelasan.....	5
2.1.1 Metalurgi Umum.....	5
A. Fase Metal	5
B. Metalurgi Las	8
C. Devinisi Sambungan Las.....	17
D. Solidifikasi (Pembekuan) Las	20
E. Heat Affected Zone & Heat Treatment Umum	21
F. Struktur Mikro Las dan Haz	22
G. Mengendalikan Keuletan (toughness) Haz	23
H. Struktur Mikro Daerah Las-lasan	25
2.2. <i>Friction Welding</i>	28
2.2.1. Keunggulan dan Manfaat <i>Friction Welding</i>	28
2.3. Operasi Mesin Friction Welding.....	29
2.4. Pengujian kekerasan	32
A. Vickers.....	33
2.5. Pengujian tarik.....	35
A. Hukum Hooke.....	36
B. Hasil proses uji tarik	37
C. Sifat-sifat mekanik material.....	38
D. Bentuk dan dimensi spesimen uji.....	39
E. Grip and face selection	40

2.6. Pengujian mikro	40
2.7. Kuningan	43
2.8. Tembaga	46
1. Sifat-sifat Tembaga.....	46
A. Sifat fisika.....	46
B. Beberapa sifat kimia tembaga	47
C. Senyawa pada tembaga	48

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram alir	49
3.2. Bahan	50
3.3. Alat penelitian.....	50
3.4. Penelitian	50
3.5. Jadwal penelitian	50
3.6. Langkah - langkah penelitian	51
1. Sistem kerja	51
2. Proses pengujian tarik	53
3. Uji kekerasan vikers.....	53
4. Pengamatan struktur mikro	54

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Pengelasan friction	55
4.2. Proses pembentukan uji tarik	56
4.3. Proses uji tarik pada kuningan	57

A. Kekuatan tarik	57
1. Hasil uji tarik pada 2800rpm	57
2. Hasil uji tarik pada 3400rpm	60
3. Hasil uji tarik pada 4000rpm	63
4.4. Uji kekerasan	67
4.5. Uji mikro	69
A. Kuningan 2800 rpm	70
B. Kuningan 3400 rpm	71
C. Kuningan 4000 rpm	72
4.6. Analisa kegagalan pada tembaga.....	72

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram temperature terhadap waktumempengaruhikekerasan	7
Gambar2.2. Daerah las	9
Gambar 2.3. Daerah lpgamlasan, haz, danlogaminduk.....	10
Gambar 2.4. Pembagiandaerahhaz	11
Gambar 2.5. Bentukpadatdancairlogam	12
Gambar 2.6. Posisi atom dalamkeadaanpadat.....	13
Gambar 2.7. Kenaikan temperature menyebabkan atom-atom menyebar	13
Gambar 2.8. Kehilanganpanasmenjadikan atom-atom menyusundiri	14
Gambar 2.9. Martensit.....	15
Gambar 2.10. Pengaruh tempering.....	16
Gambar 2.11. Sonametalurgidalam sambunganlas	19
Gambar 2.12. Welding processes.....	25
Gambar 2.13. Daerah lasandanlogaminduk	26
Gambar 2.14. Hubungan diagram fasadanpengelasan	27
Gambar 2.15. <i>Friction welding</i>	28
Gambar 2.16. Prototype mesinlas friction.....	30
Gambar 2.17. Prototype mesinlas friction.....	31
Gambar 2.18. Prototype mesinlas friction.....	31
Gambar 2.19. Pengelasan <i>friction welding</i>	32
Gambar 2.20. Jejak yang ditinggalkanindentorpadabenda uji	33
Gambar 2.21. Kurvategangan - reganganteknik	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hardnes scales.....	34
Table 2.2. Komposisibahankuningan.....	44
Table 2.3. Komposisikimiadansifatmekanikumuninganmenurut ASM.....	46
Table 2.4. Senyawapadatembaga.....	48
Tabel 3.1. Jadwalpenelitian.....	50
Tabel 4.1. Kekuatanujitarik.....	57
Table 4.2.Sifatmekaniskekuatantarik.....	67
Tabel 4.3. Nilaiujikekerasanpadapengujianvikersdaerahlas.....	68
Tabel 4.4. Karakteristiktembaga.....	73

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1. Keuletan	23
Grafik 4.1. Pengujian tarik spesimen 1	57
Grafik 4.2. Pengujian tarik spesimen 2	58
Grafik 4.3. Pengujian tarik spesimen 3	59
Grafik 4.4. Pengujian tarik spesimen 1	60
Grafik 4.5. Pengujian tarik spesimen 2	61
Grafik 4.6. Pengujian tarik spesimen 3	62
Grafik 4.7. Pengujian tarik spesimen 1	63
Grafik 4.8. Pengujian tarik spesimen 2	64
Grafik 4.9. Pengujian tarik spesimen 3	65
Grafik 4.10. Perbandingan kekuatan tarik setiap RPM	66
Grafik 4.11. Rata-rata kekuatan tarik	66
Grafik 4.12. Nilai uji kekerasan	68