

SKRIPSI

**PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA
FRICITION WELDING AA 2024 –T3 DENGAN AA 6061 –T6**



Disusun Oleh :

Nama : I Gede Agus Hendra Setiawan

Nim : 1811917

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA
FRICTION WELDING AA 2024 -T3 DENGAN AA 6061 -T6**

Disusun Oleh :

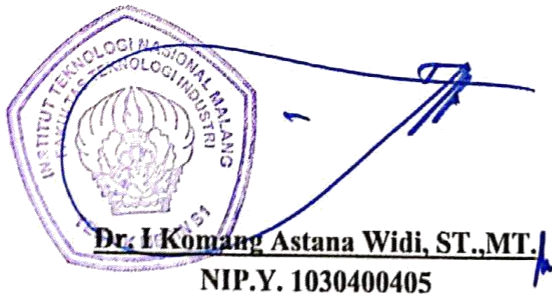
Nama : I Gede Agus Hendra Setiawan

Nim : 1811917

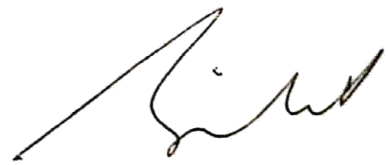
Jurusan : Teknik Mesin S-1

Malang, 9 Januari 2020

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


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

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**


(Sibut, ST., MT)
NIP.Y. 1030300379



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

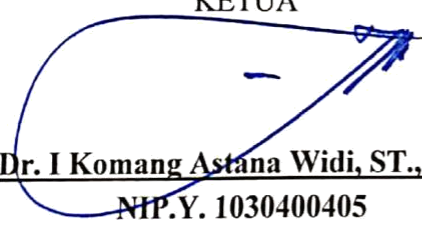
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**


Nama : I GEDE AGUS HENDRA SETIAWAN
NIM : 1811917
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK
PADA *FRICITION WELDING* AA 2024 – T3 DENGAN 6061 –
T6
Dipertahankan Di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Srata Satu (S-1)
Hari : Senin
Tanggal : 27 Januari 2020
Dengan Nilai : 84,00 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA

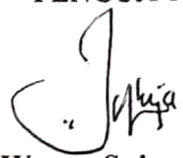

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405

SEKRETARIS

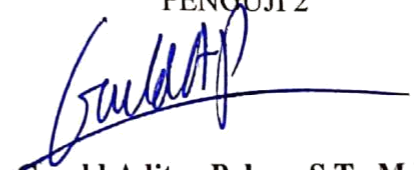

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP.Y. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI 1


Ir. I Wayan Sujana, M.T
NIP. 195812311989031012

PENGUJI 2


Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.
NIP.P. 1031500492



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : I Gede Agus Hendra Setiawan

NIM : 1811917

Jurusan : Teknik Mesin S-1

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

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini yang berjudul **“PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA FRICTION WELDING AA 2024 –T3 DENGAN AA 6061 –T6”** adalah skripsi hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Malang, 9 Januari 2020











I Gede Agus Hendra Setiawan

NIM. 1811917

LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I GEDE AGUS HENDRA SETIAWAN
NIM : 1811917
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN
TARIK PADA *FRICITION WELDING* AA 2024 – T3
DENGAN AA 6061 – T6
Dosen Pembimbing : Sibut, ST.,MT

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	3 Oktober 2019	Pengajuan judul skripsi	
2	5 Oktober 2019	Pengajuan proposal skripsi	
3	11 Oktober 2019	Revisi proposal skripsi	
4	16 Oktober 2019	Konsultasi Bab 1,2, dan 3	
5	16 Desember 2019	Konsultasi Bab 4 dan 5	
6	9 Januari 2020	Asistensi seminar hasil	
7	13 Januari 2020	Revisi seminar hasil	
8	14 Januari 2020	ACC skripsi untuk ujian komprehensif	

Malang, 3 Februari 2020

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Sibut, ST., MT
NIP.Y. 1030300379

LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I GEDE AGUS HENDRA SETIAWAN
NIM : 1811917
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN
TARIK PADA *FRICITION WELDING* AA 2024 – T3
DENGAN AA 6061 – T6

Tanggal mengajukan skripsi : 3 Oktober 2019
Tanggal menyelesaikan skripsi : 14 Januari 2020
Telah dievaluasi dengan nilai : 90 (A)
Dosen pembimbing : Sibut, ST., MT

Malang, 3 Februari 2020
Diperiksa dan Disetujui
Dosen pembimbing



Sibut, ST., MT
NIP.Y. 1030300379

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA *FRICTION WELDING* AA 2024 –T3 DENGAN AA 6061 –T6”** Dengan selesainya penulisan skripsi ini penulis berharap agar penulis dan pembaca mendapatkan tambahan ilmu maupun wawasan khususnya dalam bidang Teknik Mesin. Laporan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk memenuhi kurikulum strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak dan Ibu kedua Orang tua saya yang sudah membesarkan dan mendidik saya, memberi doa, semangat, dukungan, dan biaya selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang.
3. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
4. Bapak Dr. Komang Astana Widi, ST.,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
5. Bapak Sibut, ST., MT selaku dosen pembimbing skripsi.
6. Bapak Ir. I Wayan Sujana, M.T selaku penguji 1 ujian komprehensif yang telah memberi masukan/saran untuk skripsi yang penulis susun agar lebih baik.
7. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng selaku penguji 2 ujian komprehensif yang telah memberi masukan/saran untuk skripsi yang penulis susun agar lebih baik.
8. Rekan – rekan jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang yang sudah membantu dan memberikan doa dalam penyelesaian skripsi.

9. Semua pihak yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Tidak lupa saya sebagai penulis memohon maaf apabila ada kesalahan dalam penulisan skripsi. Diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, 09 Januari 2020

Penulis

**PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA
FRICTION WELDING AA 2024-T3 DENGAN AA 6061-T6**

I Gede Agus Hendra Setiawan (1811917)

Dosen Pembimbing : Sibut, ST.,MT
Jurusan Teknik Mesin S-1 FTI-Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus II Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang
Email : hendrasetiawan480@gmail.com

ABSTRAK

Proses pengelasan untuk dua material yang tidak sejenis masih jarang dilakukan, dan biasanya menggunakan metode *friction welding* karena pada metode lainnya hampir tidak mungkin, dan merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan pengelasan cair. Pada penelitian ini dilakukan *friction welding* aluminium AA 2024-T3 dengan AA 6061-T6 dengan menggunakan tiga variasi rpm yaitu 2800, 3400, dan 4000 rpm, selama 50 detik. Untuk mengetahui pengaruh putaran terhadap kekuatan tarik maka dilakukan pengujian berupa uji tarik dan struktur mikronya. Pada pengujian tarik, *Tensile Strength* rpm 2800 rata-ratanya yaitu 56,09 N/mm², rpm 3400 rata-ratanya 75,28 N/mm², rpm 4000 rata-ratanya 101,29 N/mm². Dan *Elongation* pengujian tarik pada rpm 2800 rata-ratanya 11,3%, rpm 3400 rata-ratanya 14,8%, dan rpm 4000 rata-ratanya 18,2%. Rpm 4000 memiliki *Tensile Strength* dan *Elongation* paling tinggi diantara rpm lainnya, hal ini disebabkan pada rpm 2800 setelah diamati struktur mikronya terdapat banyak porositas (udara yang terjebak) yang menyebabkan adanya konsentrasi tegangan. Sedangkan pada rpm 4000 dilihat dari pengamatan struktur mikronya sedikit adanya porositas sehingga kekuatan tarik menjadi lebih tinggi.

Kata Kunci : Aluminium, *Friction Welding*, Variasi Rpm, Uji Tarik, Struktur Mikro.

**PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA
FRICTION WELDING AA 2024-T3 DENGAN AA 6061-T6**

I Gede Agus Hendra Setiawan (1811917)

Dosen Pembimbing : Sibut, ST.,MT
Jurusan Teknik Mesin S-1 FTI-Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus II Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang
Email : hendrasetiawan480@gmail.com

ABSTRACT

The welding process for two materials is not normally done, and usually uses the welding friction method because in other methods the most impossible, and is one solution in solving the problem of connecting metals that are difficult to do with liquid welding. In this study welding of aluminum friction AA 2024-T3 with AA 6061-T6 using three variations of rpm namely 2800, 3400 and 4000 rpm, for 50 seconds. To find out the evolution of the tensile strength, an interesting test and its microstructure were performed. In tensile tests, the average Tensile Strage 2800 rpm is 56.09 N / mm², 3400 rpm is an average of 75.28 N / mm², the average 4000 rpm is 101.29 N / mm². And extension testing at 2800 rpm averaged 11.3%, 3400 rpm averaged 14.8%, and 4000 rpm averaged 18.2%. Rpm 4000 has the highest Tensile Strage and Elongation among other rpms, this occurs at 2800 rpm after discussing its microstructure which contains a lot of porosity (trapped air) which causes stress. While at 4000 rpm seen from the micro structure there is little presence of porosity so the tensile strength is higher.

Keywords : Aluminum, Friction Welding, Rpm Variation, Tensile Test, Micro Structure.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI	iv
LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Penelitian	3
1.4.2 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	6
2.1 <i>Friction Welding</i>	6
2.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Friction Welding</i>	7
2.3 Proses <i>Friction Welding</i>	8
2.4 Pengoprasian Mesin <i>Friction Welding</i>	9
2.5 Mesin <i>Friction Welding</i>	10
2.6 Bahan (Aluminium)	11
2.6.1 Sifat - sifat Aluminium	12
2.6.2 Klasifikasi Paduan Aluminium	13
2.6.3 Sifat – sifat Fisik Aluminium	15

2.6.4 Sifat – sifat Mekanik Aluminium	16
2.6.5 Pengkodean Aluminium	17
2.7 Aluminium 2024-T3	18
2.7.1 Sifat – sifat Aluminium 2024-T3	19
2.8 Aluminium 6061-T6	20
2.8.1 Sifat – sifat Aluminium 6061-T6	21
2.9 Uji Tarik	21
2.9.1 Prinsip Pengujian	25
2.9.2 Bentuk dan Ukuran Spesimen	26
2.9.3 Jenis – jenis Patahan	27
2.10 Hubungan Tegangan dan Regangan	29
2.11 Struktur Mikro	29
2.11.1 Proses Pengujian Struktur Mikro	32
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1 Diagram Alir Penelitian	36
3.2 Metode Pelaksanaan	37
3.2.1 Identifikasi Masalah	37
3.2.2 Studi Literatur	37
3.2.3 Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2.4 Persiapan Alat dan Bahan	37
3.3 Tahap Persiapan Penelitian	38
3.4 Jadwal Kegiatan.....	38
3.5 Variabel Penelitian	39
3.6 Rancangan Data	39
3.7 Analisa Data	40
3.8 Personalitas Pelaksana	40
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Pengolahan Data	41
4.2. Data Hasil Pengujian	41
4.2.1 Analisa Perhitungan Data Untuk Spesimen Dengan Rpm 2800 ...	43
4.2.2 Analisa Perhitungan Data Untuk Spesimen Dengan Rpm 3400 ..	48

4.2.3 Analisa Perhitungan Data Untuk Spesimen Dengan Rpm 4000 ..	52
4.3. Hasil Perhitungan Pengujian Tarik.....	56
4.4. Pembahasan	59
BAB V. PENUTUP	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>Friction Welding</i>	6
Gambar 2.2 Proses <i>Friction Welding</i>	9
Gambar 2.3 Skema Mesin <i>Friction Welding</i>	10
Gambar 2.4 Mesin <i>Friction Welding</i>	11
Gambar 2.5 Struktur Mikro Aluminium	11
Gambar 2.6 Gambaran Singkat Uji Tarik dan Datanya	22
Gambar 2.7 Mesin Uji Tarik	23
Gambar 2.8 Pengujian Tarik Pada Aluminium	23
Gambar 2.9 Spesimen Uji Tarik	24
Gambar 2.10 Specimen	26
Gambar 2.11 Standarisasi Pengujian Tarik	26
Gambar 2.12 Tahapan Terjadinya Patahan Ulet Pada Sampel Uji Tarik	28
Gambar 2.13 Tampilan Permukaan Patahan Dari Suatu Sampel Logam Yang Ditandai Dengan Lubang-lubang Dimpel Sebagai Suatu Hasil Proses Penyatuan Rongga-rongga Kecil (Cavity) Selama Pembebanan Berlangsung	29
Gambar 2.14 Mikroskop	30
Gambar 2.15 Gambar Struktur Mikro Aluminium	32
Gambar 2.16 Proses Grinding Permukaan Spesimen	33
Gambar 2.17 Proses Etsa Spesimen	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1 Grafik Kenaikan Temperatur	42
Gambar 4.2 Hasil Pengelasan Dengan Putaran 2800 Rpm	42
Gambar 4.3 Hasil Pengelasan Dengan Putaran 3400 Rpm	43
Gambar 4.4 Hasil Pengelasan Dengan Putaran 4000 Rpm	43
Gambar 4.5 Hasil Uji Tarik Spesimen 1 Pada Putaran 2800 Rpm	45
Gambar 4.6 Hasil Uji Tarik Spesimen 2 Pada Putaran 2800 Rpm	46
Gambar 4.7 Hasil Uji Tarik Spesimen 3 Pada Putaran 2800 Rpm	47
Gambar 4.8 Hasil Uji Tarik Spesimen 1 Pada Putaran 3400 Rpm	49

Gambar 4.9 Hasil Uji Tarik Spesimen 2 Pada Putaran 3400 Rpm	50
Gambar 4.10 Hasil Uji Tarik Spesimen 3 Pada Putaran 3400 Rpm	51
Gambar 4.11 Hasil Uji Tarik Spesimen 1 Pada Putaran 4000 Rpm	53
Gambar 4.12 Hasil Uji Tarik Spesimen 2 Pada Putaran 4000 Rpm	54
Gambar 4.13 Hasil Uji Tarik Spesimen 3 Pada Putaran 4000 Rpm	55
Gambar 4.14 Grafik Pengujian Tarik	57
Gambar 4.15 Struktur Mikro Dengan Rpm 2800	57
Gambar 4.16 Struktur Mikro Dengan Rpm 3400	58
Gambar 4.17 Struktur Mikro Dengan Rpm 4000	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Massa Jenis Al Dengan Logam Lainnya	12
Tabel 2.2 Aluminium Cast	13
Tabel 2.3 Aluminium Tempa dan Paduan	14
Tabel 2.4 Sifat – Sifat Fisik Aluminium	15
Tabel 2.5 Sifat Mekanik Aluminium	16
Tabel 2.6 Jenis Paduan Aluminium	17
Tabel 2.7 Macam Perlakuan Panas	18
Tabel 2.8 Paduan Aluminium 2024 –T3	19
Tabel 2.9 Sifat Mekanik dan Fisik AA 2024 –T3	19
Tabel 2.10 Paduan Aluminium 6061 –T6	20
Tabel 2.11 Sifat Mekanik dan Fisik AA 6061 –T6	21
Tabel 2.12 Tabel Formulasi Zat Etsa	34
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	38
Tabel 3.2 Rancangan Data Uji Tarik	39
Tabel 3.3 Personalia Pelaksana	40
Tabel 4.1 Data Kenaikan Temperatur Pada Putaran 2800, 3400, 4000 rpm ...	41
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Tarik	56