

**ANALISA PENGARUH MEDIA QUENCHING DAN WAKTU  
PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA  
FRICTION WELDING BAJA ST60 DENGAN  
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ACHMAD JAZI' NUR CAHYONO**

**NIM : 1811174**

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

**2022**

**ANALISA PENGARUH MEDIA QUENCHING DAN WAKTU  
PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA FRICTION  
WELDING BAJA ST60 DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
TAGUCHI**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)  
Jurusan Teknik Mesin

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ACHMAD JAZI' NUR CAHYONO**  
**NIM : 1811174**

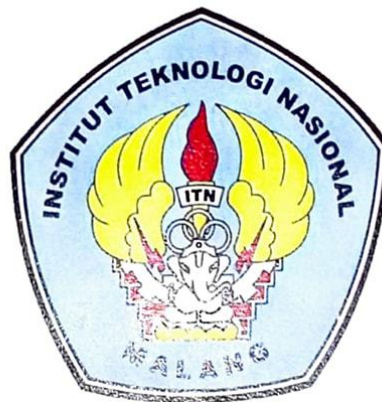
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Skripsi

**ANALISA PENGARUH MEDIA QUENCHING DAN WAKTU  
PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA FRICTION  
WELDING BAJA ST60 DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
TAGUCHI**



**DISUSUN OLEH :**

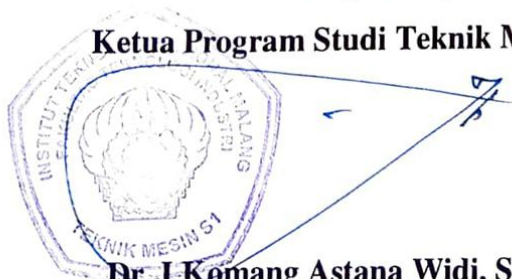
**NAMA : ACHMAD JAZI' NUR CAHYONO**

**NIM : 1811174**

Malang, Maret 2022

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1**



**Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT.**

**NIP.P. 1030400405**

**Diperiksa / Disetujui**

**Dosen Pembimbing**

**Febi Rahmadiano, ST. MT.**

**NIP.P. 1031500490**



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Achmad Jazi` Nur Cahyono  
NIM : 1811174  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH MEDIA QUENCHING DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA FRICTION WELDING BAJA ST60 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

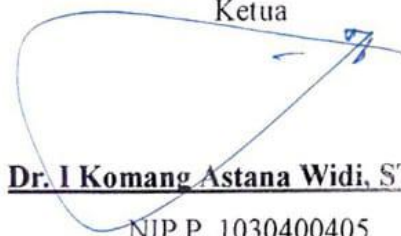
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari / Tanggal : Jum`at, 15 Juli 2022

Dengan Nilai : 84

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

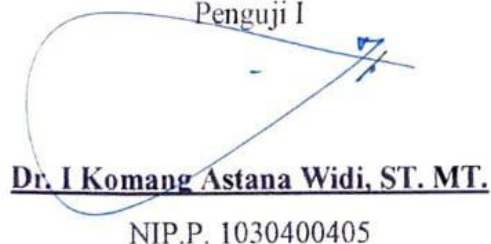
  
**Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT.**  
NIP.P. 1030400405

Sekretaris

  
**Febi Rahmadiano, ST. MT.**  
NIP.P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

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

Penguji II

  
**Rosadila Febritasari, ST. MT.**  
NIP.P. 1032200602

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama : Achmad Jazi' Nur Cahyono**

**NIM : 1811174**

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

### **Menyatakan**

Bahwa skripsi yang saya buat ini 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, 15 Juli 2022



**Achmad Jazi' Nur Cahyono**

Nim. 1811174

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Achmad Jazi' Nur Cahyono  
NIM : 1811174  
Progroam Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH MEDIA QUENCHING DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA FRICTION WELDING BAJA ST60 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI  
Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, ST. MT.

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Identifikasi Masalah Penelitian	11.00	
2	Pengajuan Judul Skripsi	10.30	
3	Penyusunan Proposal Skripsi	12.00	
4	Revisi Proposal Skripsi	12.00	
5	Bimbingan Bab IV	09.00	
6	Asistensi Seminar Proposal	09.00	
7	Revisi Bab IV	10.00	
8	Asistensi Seminar Hasil	09.00	
9	Asistensi Ujian Skripsi	09.00	

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Achmad Jazi' Nur Cahyono  
Nim : 1811174  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Media Media Quenching Dan Waktu Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Pada Friction Welding Baja ST60 Dengan Menggunakan Metode Taguchi

Tanggal Mengajukan Skripsi : 1 Maret 2022  
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 4 Agustus 2022  
Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, ST. MT.  
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 84

**Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing**



**Febi Rahmadianto, ST. MT.**  
**NIP.P. 1031500490**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabiullah Muhammad SAW.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang
2. Dr. Ellysa Nuranti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Febi Rahmadianto, ST., MT., selaku dosen pembimbing skripsi
5. Orang tua serta keluarga, yang telah memberikan do'a, semangat, dukungan, dan motivasi serta telah membiayai selama kuliah demi terselesaikannya proposal skripsi ini
6. Rekan sekelompok dan seperjuangan serta teman – teman semua khususnya teknik mesin S-1 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lagi untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 1 Maret 2022

Penulis



# ANALISA PENGARUH MEDIA QUENCHING DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA FRICTION WELDING BAJA ST60 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Achmad Jazi' Nur Cahyono<sup>1</sup>, Febi Rahmadianto<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Prodi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: [achmadjazik@gmail.com](mailto:achmadjazik@gmail.com)

## ABSTRAK

Metode pengelasan untuk penyambungan logam sering dilakukan di dunia industri khususnya pada bidang manufaktur, karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan produksi logam. Berdasarkan cara kerjanya ada beberapa jenis-jenis pengelasan diantaranya adalah pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pada pengelasan tekan terdiri dari beberapa macam las, termasuk las gesek. Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan teknik pengelasan dengan memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan. Permukaan dari dua bahan yang akan disambung, salah satu berputar sedangkan yang satunya diam, dikontakkan oleh gaya tekan.

Dalam metode penelitian ini menggunakan variasi media quenching air mineral, oli SAE 20W-50 dan coolant. Variasi waktu pengelasan yang digunakan 30 detik, 45 detik dan 60 detik dengan material baja st 60.

Dari hasil penelitian pada pengelasan gesek baja st 60 dengan menggunakan metode taguchi, berdasarkan *larger is better* didapatkan nilai kekuatan tarik terbesar pada media quenching coolant yaitu sebesar 23,02 kgf/mm<sup>2</sup> dan waktu pengelasan 60 detik yaitu sebesar 22,03 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci :** Pengelasan Gesek, Baja ST 60, Metode Taguchi.

## **ABSTRACT**

*Welding methods for joining metals are often used in the industrial world, especially in the manufacturing sector, because they play a major role in metal engineering and production. Based on how it works there are several types of welding including liquid welding, press welding and desoldering. In press welding, there are several types of welding, including friction welding. Friction welding is a welding technique by utilizing the heat generated by friction. The surfaces of the two materials to be joined, one rotating and the other stationary, are brought into contact by a compressive force.*

*In this research method using a variety of quenching media mineral water, SAE 20W-50 oil and coolant. The variation of welding time used is 30 seconds, 45 seconds and 60 seconds with st 60 steel material.*

*From the results of research on friction welding of st 60 steel using the Taguchi method, based on larger is better, the largest tensile strength value on the quenching coolant media was 23.02 kgf/mm<sup>2</sup> and the welding time was 60 seconds, which was 22.03 kgf/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords :** *Friction Welding, ST 60 Steel, Taguchi Method.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Batasan Masalah .....	2
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1    Penelitian Terkait.....	5
2.2    Pengelasan.....	5
2.3    Klasifikasi Cara Pengelasan .....	7
2.3.1    Las Elektroda Terbungkus .....	7
2.3.2    Las Busur Gas .....	8
2.3.3    Las Busur Tanpa Gas.....	8
2.3.4    Las Busur Rendam.....	8
2.3.5    Pengelasan Dengan Gas .....	9

2.3.6	Las Listrik Terak .....	9
2.3.7	Las Resistansi Listrik .....	10
2.4	Las Gesek ( <i>Friction Welding</i> ) .....	10
2.4.1	<i>Friction Stir Welding</i> .....	11
2.4.2	<i>Linear Friction Welding</i> .....	12
2.4.3	<i>Rotary Friction Welding</i> .....	12
2.4.4	Prinsip Kerja Las Gesek.....	13
2.4.5	Proses <i>Friction Welding</i> .....	14
2.4.6	Operasi Mesin <i>Friction Welding</i> .....	14
2.4.7	Kelebihan Dan Kekurangan <i>Friction Welding</i> .....	15
2.4.8	Keunggulan dan Manfaat <i>Friction Welding</i> .....	15
2.5	Daerah HAZ ( <i>Heat Affected Zone</i> ).....	16
2.6	Baja .....	17
2.6.1	Jenis – Jenis Baja.....	17
2.6.2	Kandungan Karbon dan Sifat Mekanis .....	18
2.7	Baja ST 60.....	20
2.8	Quenching .....	21
2.9	Pengujian Tarik .....	21
2.10	Perpatahan Material .....	24
2.11	Metode Taguchi.....	25
2.12	Langkah Penelitian Taguchi.....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>30</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	30
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	31
3.3	Perencanaan Penelitian .....	32
3.4	Waktu dan Tempat Penelitian .....	32

3.5	Bahan .....	32
3.6	Alat.....	33
3.7	Komponen Mesin Las Gesek .....	33
3.8	Langkah – Langkah Pengambilan data .....	37
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
4.1	Data Hasil Pengujian .....	43
4.2	Data Metode Taguchi.....	43
4.3	Analisa Hasil Taguchi.....	43
4.4	Grafik Analisa Taguchi.....	44
4.5	Pembahasan Hasil Pengujian.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>47</b>
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Las Elektroda Terbungkus .....	7
Gambar 2.2 Las Busur Gas .....	8
Gambar 2.3 Pengelasan Dengan Gas .....	9
Gambar 2.4 Las Listrik Terak .....	10
Gambar 2.5 Las Resistansi Listrik .....	10
Gambar 2.6 Friction Welding .....	11
Gambar 2.7 Friction Stir Welding .....	11
Gambar 2.8 Linear Friction Welding .....	12
Gambar 2.9 Skema Pengelasan Gesek .....	13
Gambar 2.10 Daerah HAZ (Heat Affected Zone) .....	16
Gambar 2.11 Hubungan antara kandungan karbon dan sifat mekanis .....	20
Gambar 2.12 Uji Tarik .....	22
Gambar 2.13 Ilustrasi Bentuk Patahan Uji Tarik .....	24
Gambar 3.1 Motor Listrik.....	33
Gambar 3.2 Pulley .....	34
Gambar 3.3 Belt.....	34
Gambar 3.4 Poros .....	35
Gambar 3.5 Bantalan .....	35
Gambar 3.6 Chuck Bubut.....	36
Gambar 3.7 Pneumatik.....	37
Gambar 3.8 Mesin Las Gesek .....	38
Gambar 3.9 Media Pendingin.....	38
Gambar 3.10 Pemotongan Spesimen .....	38
Gambar 3.11 Spesimen Sebelum Dilas .....	39
Gambar 3.12 Memasang Spesimen Pada Chuck Putar.....	39
Gambar 3.13 Memasang Spesimen Pada Chuck Tetap .....	40
Gambar 3.14 Pemanasan Awal Sebelum Pengelasan .....	40
Gambar 3.15 Proses Pengelasan.....	41
Gambar 3.16 Variasi Media Pendinginan .....	41
Gambar 3.17 Spesimen Setelah Dibubut .....	41