

**PENGARUH *QUENCHING* DENGAN VARIASI MEDIA  
PENDINGIN PADA LAS TIG TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA AISI 1045**

Skripsi  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin



diajukan oleh:  
**AZIZUR RAHMAN GHOFUR**  
1810641007

kepada  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2022

**PENGARUH QUENCHING DENGAN VARIASI MEDIA  
PENDINGIN PADA LAS TIG TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA AISI 1045**

Skripsi  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin



diajukan oleh:  
**AZIZUR RAHMAN GHOFUR**  
1810641007

kepada  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2022

**SKRIPSI**  
**PENGARUH QUENCHING DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN**  
**PADA LAS TIG TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR**  
**MIKRO PADA BAJA AISI 1045**

dipersiapkan dan disusun oleh  
**Azizur Rahman Ghofur**  
1810641007

Telah dipertahankan di depan Dewan Pengaji  
Pada tanggal 21 Mei 2022

Susunan Dewan Pengaji

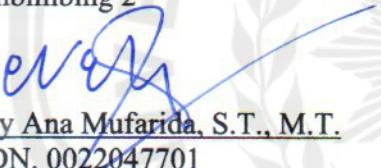
Pembimbing 1

  
Kosjoko, S.T., M.T.  
NIDN. 0715126901

Pengaji 1

  
Ardhi Fathonisyam P.N, S.T., M.T.  
NIDN. 0728038002

Pembimbing 2

  
Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.  
NIDN. 0022047701

Pengaji 2

  
Dr. Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T.  
NIDN. 0717087203

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 24 Mei 2022  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
Kosjoko, S.T., M.T.  
NIDN. 0715126901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



  
Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM.  
NPK. 1978040510308366

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azizur Rahman Ghofur

NIM : 1810641007

Judul Skripsi : **PENGARUH QUENCHING DENGAN VARIASI MEDIA  
PENDINGIN PADA LAS TIG TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1045**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, naskah, atau hasil karya orang lain yang pernah dipublikasikan.

Jember, 27 Mei 2022



Azizur Rahman Ghofur

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kasih, kekuatan, umur panjang dan kesehatan yang diberikan kepada penulis selama pengerjaan penyusunan skripsi dengan judul “**PENGARUH QUENCHING DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA LAS TIG TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1045**” sehingga laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan penuh tanggung jawab. Penyusunan skripsi ini dibuat berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tanggal 1 Desember 2021 – 24 April 2022.

Tugas ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Dalam penyusunan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang dihadapi oleh penulis, untuk itu penulis secara khusus menyampaikan terimakasih kepada Ibu dan Ayah yang selalu memberikan semangat dan doa dalam penyusunan skripsi ini. Selama penulisan laporan skripsi ini, penulis juga mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Hanafi, M.Pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Bapak Dr. Nanang Saiful Rizal, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Bapak Bapak Kosjoko, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember dan sebagai Dosen Pembimbing 1.
4. Ibu Nely Ana Mufarida, S. T., M. T. selaku Ketua Tim Komisi Bimbingan dan sebagai Dosen Pembimbing 2.
5. Bapak Ardhi Fathonisyam, S. T., M. T. selaku Dosen Penguji 1.
6. Bapak Dr. Mokh. Hairul Bahri, S. T., M. T. selaku Dosen Penguji 2.
7. Bapak Muhammad Zainur Ridlo, M. Eng selaku Tim Komisi Bimbingan.

8. Bapak Nurhalim, S. T., M. Eng. selaku Tim Komisi Bimbingan dan sebagai Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Mesin 2018.
9. Mas Fauzi dan mas Anggit selaku Laboran Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.
10. Dan kakakku Virgiawan Aditya yang memberi semangat saat mengalami kesulitan dalam penyusunan laporan skripsi ini.
11. Serta pihak-pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis membuka diri untuk segala kritik dan saran yang konstruktif atas penyusunan skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini dapat menambah wawasan pembaca serta bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jember, 27 Mei 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xi
INTISARI .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Masalah .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Teknologi Las .....	5
2.2 Las TIG ( <i>Tungsten Inert Gas</i> ) .....	5
2.3 Sambungan <i>Butt Joint</i> .....	7
2.4 <i>Butt Joint Double V</i> .....	8
2.5 Baja .....	8
2.6 Baja AISI 1045 .....	9
2.7 Proses Pendinginan ( <i>Quenching</i> ) .....	9
2.8 Media Pendingin Air Garam .....	10
2.9 Diagram Fasa Fe-C .....	10
2.10 Uji Tarik .....	13
2.11 Struktur Mikro .....	15

BAB III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Metode Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat Penelitian.....	18
3.2.2 Bahan Penelitian .....	18
3.3 Tempat Penelitian .....	19
3.4 Proedur Penelitian.....	20
3.5 Variabel Penelitian.....	21
3.5.1 Variabel Terikat .....	21
3.5.2 Variabel Terkontrol.....	21
3.5.3 Variabel Bebas .....	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1 Hasil Uji Tarik ( <i>Tensile Test</i> ) .....	22
4.1.1 Tegangan Tarik ( <i>Stress</i> ).....	23
4.1.2 Regangan Tarik ( <i>Strain</i> ) .....	24
4.1.3 Modulus Elastisitas .....	25
4.2 Hasil Uji Struktur Mikro ( <i>Microstructure Test</i> ) .....	27
4.2.1 <i>Grain Size</i> Spesimen 1 .....	29
4.2.2 <i>Grain Size</i> Spesimen 2 .....	31
4.2.3 <i>Grain Size</i> Spesimen 3 .....	33
BAB V. PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan .....	35
5.2 Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	36
DAFTAR LAMPIRAN .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Las TIG .....	6
Gambar 2.2 Pengelasan Busur <i>Tungsten</i> .....	7
Gambar 2.3 Sambungan Las <i>Butt Joint Double V</i> .....	8
Gambar 2.4 Diagram Fasa Fe <sub>3</sub> C.....	10
Gambar 2.5 Struktur Mikro Fasa Ferit.....	11
Gambar 2.6 Struktur Mikro Fasa Austenit.....	11
Gambar 2.7 Struktur Mikro Fasa Perlit.....	12
Gambar 2.8 Sturktur Mikro Fasa Semenit .....	12
Gambar 2.9 Struktur Mikro Fasa Martensit .....	13
Gambar 2.10 Alat Uji Tarik Hidrolik Universal .....	13
Gambar 2.11 Kurva Tegangan-Regangan Baja .....	14
Gambar 2.12 Alat Uji Struktur Mikro.....	16
Gambar 2.13 Tabel <i>Grain Size</i> ASTM E112 .....	17
Gambar 3.1 Standar Uji Tarik Baja ASTM-E8.....	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar 4.1 Patahan Spesimen Uji Tarik .....	22
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Tarik .....	23
Gambar 4.3 Grafik Regangan Tarik.....	25
Gambar 4.4 Grafik Modulus Elastisitas .....	26
Gambar 4.5 Struktur Mikro Spesimen 1 .....	27
Gambar 4.6 Struktur Mikro Spesimen 2 .....	27
Gambar 4.7 Struktur Mikro Spesimen 3 .....	28
Gambar 4.8 <i>Intersection Grain</i> Terhadap <i>Test Line</i> Spesimen 1 .....	29
Gambar 4.9 Nilai <i>Grain Size</i> Spesimen 1 .....	30
Gambar 4.10 <i>Intersection Grain</i> Terhadap <i>Test Line</i> Spesimen 2 .....	31
Gambar 4.11 Nilai <i>Grain Size</i> Spesimen 2 .....	32
Gambar 4.12 <i>Intersection Grain</i> Terhadap <i>Test Line</i> Spesimen 3 .....	33
Gambar 4.13 Nilai <i>Grain Size</i> Spesimen 3 .....	34

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Jenis Variasi Kampuh Las <i>Butt Joint</i> .....	7
Tabel 2.2 Komposisi Kandungan Kimia Baja AISI 1045 .....	9
Tabel 3.1 Dimensi Uji Tarik Baja ASTM-E8.....	19
Tabel 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	21
Tabel 4.1 Nilai Tegangan Tarik Spesimen Uji .....	23
Tabel 4.2 Nilai Regangan Tarik Spesimen Uji .....	24
Tabel 4.3 Nilai Modulus Elastisitas Spesimen Uji .....	25

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Bentuk Spesimen Uji .....	37
Lampiran 2. Pengelasan Spesimen Uji .....	38
Lampiran 3. Sertifikat <i>Welder</i> .....	39
Lampiran 4. Proses Pengujian Tarik .....	39
Lampiran 5. Data Hasil Uji Tarik Perbandingann 1ℓ air : 1 Kg garam .....	40
Lampiran 6. Data Hasil Uji Tarik Perbandingann 2ℓ air : 1 Kg garam .....	42
Lampiran 7. Data Hasil Uji Tarik Perbandingann 3ℓ air : 1 Kg garam .....	43
Lampiran 8. Spesimen Uji Struktur Mikro Sebelum di Etsa .....	44
Lampiran 9. Spesimen Uji Struktur Mikro Sesudah di Etsa .....	45
Lampiran 10. Pengujian Struktur Mikro .....	46

## ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Arti Lambang		Singkatan	
$\sigma$	: Tegangan Tarik	TIG	: Tungsten Inert Gas
$\varepsilon$	: Regangan/ strain	GTAW	: Gas Tungsten Arc Welding
E	: Modulus Elastisitas	AISI	: American Iron and Steel Institute
$F_u$	: Beban Maksimum	FSW	: Friction Stir Welding
F	: Force/Gaya	AC	: Alternating Current
$A_0$	: Luas Penampang mula-mula	DC	: Direct Current
A	: Ampere	$\ell$	: Liter
$a_0$	: Tebal Spesimen Uji	AWS	: American Welding Society
$L_0$	: Panjang Mula-mula	ASTM	: American Society for Testing and Material
$\Delta L$	: Pertambahan panjang	DIN	: Deutsche Industrie Normen
M	: Perbesaran	WIG	: Wolfram Inert Gas
P	: potongan antara titik dengan garis lingkaran	MPa	: Mega Pascal
$\bar{P}_L$	: Jumlah butir yang terpotong dalam 1 lingkaran	GPa	: Giga Pascal
G	: <i>Grain size</i>	BCC	: Body Centered Cubic
L	: Keliling lingkaran	FCC	: Face Centered Cubic
$\bar{l}$	: rata-rata garis yang terpotong	BCT	: Body Centered Tetragonal

## **INTISARI**

Baja merupakan suatu logam yang banyak digunakan sebagai komponen utama dalam suatu industri dan konstruksi. Salah satu baja yang dikenal dengan baja karbon sedang yaitu baja AISI 1045 digunakan sebagai komponen otomotif seperti poros, roda gigi, *axles* dan *rails*. Saat proses pembuatan komponen otomotif tidak terlepas dari proses penyambungan logam (pengelasan) itu sendiri. Pada proses pengelasan, karakteristik baja dapat diubah dengan salah satu perlakuan yang dinamakan *quenching*. Pada penelitian ini baja AISI 1045 yang di las menggunakan las TIG akan di beri perlakuan *quenching* dengan media pendingin air garam dengan perbandingan yang di variasi. Hasil dari uji kekuatan tarik tertinggi terdapat pada perbandingan 1 air 1 garam dengan nilai  $317,8 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada perbandingan 1 air 3 garam dengan nilai  $189,4 \text{ N/mm}^2$ . Untuk hasil uji struktur mikro sendiri terdapat perbedaan ukuran butir yang terbentuk pada setiap spesimen uji.

Kata kunci: Baja AISI 1045, Pengelasan TIG, Pengujian Tarik, Mikrografi.

## **ABSTRACT**

Steel is a metal that is widely used as a major component in industry and construction. One of the steels known as medium carbon steel, namely AISI 1045 steel, is used as automotive components such as shafts, gears, axles and rails. When the process of making automotive components can not be separated from the process of joining the metal (welding) itself. In the welding process, the characteristics of steel can be changed by a treatment called quenching. In this study, AISI 1045 steel welded using TIG welding will be treated with quenching with salt water cooling media with varying ratios. The results of the highest tensile strength test were found in a ratio of 1 water 1 salt with a value of  $317.8 \text{ N/mm}^2$ , while the lowest tensile strength was found in a ratio of 1 water 3 salt with a value of  $189.4 \text{ N/mm}^2$ . For the results of the microstructure test itself, there are differences in the size of the grains formed in each test specimen.

**Keywords:** AISI 1045 Steel, TIG Welding, Tensile Test, Micrograph.