

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA PENGELASAN SMAW BAJA KARBON RENDAH DENGAN VARIASI KUAT ARUS LAS DAN MEDIA PENDINGIN**



Disusun Oleh :  
Bima Aulia Esha Perwirahutama  
1421700165

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : BIMA AULIA ESHA PERWIRAHUTAMA  
NBI : 1421700165  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN  
KEKERASAN PADA PENGEELASAN SMAW BAJA  
KARBON RENDAH DENGAN VARIASI KUAT  
ARUS LAS DAN MEDIA PENDINGIN

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Maula Nafi, S.T., M.T.  
NPP. 20420.16.0717



Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Edi Santoso, S.T., M.T.  
NPP. 20420.96.0485

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:

### **“ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA PENGELASAN SMAW BAJA KARBON RENDAH DENGAN VARIASI KUAT ARUS LAS DAN MEDIA PENDINGIN”**

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir (TA) yang sudah pernah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 15 November 2021





UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bima Aulia Esha Perwirahutama  
NBI/ NPM : 1421700165  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek\*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul :

**“ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA  
PENGELASAN SMAW BAJA KARBON RENDAH DENGAN  
VARIASI KUAT ARUS LAS DAN MEDIA PENDINGIN”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 18 Januari 2022

Yang Menyatakan,



\*Corel yang tidak perlu

## **LEMBAR PERSEMPAHAN DAN KATA MUTIARA**

### **PERSEMPAHAN :**

Skripsi ini saya persembahkan untuk Kedua Orang tua saya serta kakak saya yang telah banyak membantu dan memotivasi dalam penyelesaian Skripsi saya dan juga untuk dosen pembimbing saya bapak Maula Nafi yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Skripsi saya. Beserta Teman-teman saya angkatan Teknik Mesin 2017 yang tak pernah lelah mendukung serta memberi nasihat.

### **KATA MUTIARA :**

**“SESULIT APA PUN RINTANGAN UNTUK WISUDA, JIKA SUDAH BERUSAHA PASTI AKAN TERCAPAI. USAHA TIDAK AKAN PERNAH MENGKHIANATI HASIL”**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA PENGELASAN SMAW BAJA KARBON RENDAH DENGAN VARIASI KUAT ARUS LAS DAN MEDIA PENDINGIN**

*Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peran utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin terhadap kekerasan logam las dan struktur mikro yang diuji kekerasan menggunakan metode Rockwell. Penelitian ini dilakukan pada material baja karbon rendah ST 37 yang dilas menggunakan elektroda E6013 diameter 2,6 mm dengan sambungan tumpul, kemudia diberikan pendinginan menggunakan 3 variasi : Suhu ruang, Aquadest, Oli SAE 5-40. Logam las yang didinginkan dengan media oli memiliki kekerasan yang lebih keras dibandingkan dengan media suhu ruang dan aquadest. Setelah dilakukan pengujian pada beberapa titik, hasil berupa nilai rata-rata dari spesimen raw material adalah 72 HRB, salah satu hasil variasi pengelasan dengan ampere 100 media pendingin oli = 80,4 HRB. Spesimen las dengan media suhu ruang = 75 HRB dan aquadest = 77,5 HRB. Dilihat dari fenomena tersebut suhu ruang memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dari pada aquadest, dimana suhu ruang memiliki nilai 75 HRB sedangkan nilai pada aquadest 77,5 HRB.*

**Kata kunci :** *las SMAW: ampere, media pendingin; kekerasan metode rockwell; struktur mikro*

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF MICRO STRUCTURE AND HARDNESS ON SMAW WELDING OF LOW CARBON STEEL WITH VARIATIONS OF WELDING CURRENT AND COOLING MEDIA**

*Welding is an integral part of the growing industry as it plays a major role in the engineering and repair of metal production. This study aims to determine the effect of cooling media on metals and microstructures tested for hardness using the Rockwell method. This research was conducted on ST 37 low carbon steel material using E6013 electrode with a diameter of 2.6 mm with a blunt connection, then cooling using 3 variations: Room temperature, Aquadest, SAE 5-40 oil. Metals that are often encountered with oil media have a harder hardness compared to room temperature media and aquadest. After testing at several points, the results in the form of the average value of the specimen raw material is 72 HRB, one of the results of welding variations with 100 amperes of oil cooling medium = 80.4 HRB. Specimens with room temperature medium = 75 HRB and aquadest = 77.5 HRB. Judging from this phenomenon, room temperature has a lower hardness value than aquadest, where room temperature has a value of 75 HRB while the value of aquadest is 77.5 HRB.*

**Keywords:** SMAW welding: ampere, cooling media; rockwell hardness method test; microstructure test

## **KATA PENGANTAR**

Syukur kepada SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA PENGEELASAN SMAW BAJA KARBON RENDAH DENGAN VARIASI KUAT ARUS LAS DAN MEDIA PENDINGIN” dengan baik sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dengan arahan dan usaha dosen pembimbing maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Dibalik kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua saya.
2. Bapak Maula Nafi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing saya dengan segala kesabaran dan usaha memberikan bimbingan kepada saya sehingga terselesaiannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan izin untuk penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sajiyo M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin Untag Surabaya yang telah banyak memberi support, semangat, bantuan, saran selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tetap kompak dan solid buat teman-teman Teknik Mesin Untag Surabaya.
7. Kakak saya yang selalu memberikan dukungan untuk bisa terus semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Masih banyak pihak-pihak lainnya yang juga berperan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang belum bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata dari penulis, besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaaat bagi semua pihak yang memerlukan, walaupun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

Surabaya, 01-12-2021

Penulis

## **DAFTAR ISI**

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan .....	ii
Lembar Pernyataan .....	iii
Lembar Persembahan .....	iv
Abstrak .....	v
Abstract .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel .....	xii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang Masalah .....	13
1.2 Rumusan Masalah .....	14
1.3 Batasan Masalah .....	14
1.4 Tujuan Penelitian .....	14
1.5 Manfaat Penelitian .....	15

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Definisi Pengelasan .....	17
2.2 Proses Dasar Pengelasan .....	18
2.3 Klasifikasi Pengelasan .....	18
2.3.1 Las Busur Gas .....	18
2.4 Definisi Baja Karbon .....	28
2.4.1 Pengertian Baja Karbon .....	28
2.4.2 Pengaruh Pengelasan Pada Baja Karbon .....	28

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir .....	31
3.2 Bahan Penelitian .....	32
3.3 Peralatan Penelitian .....	33
3.4 Tahapan Penelitian .....	33
3.4.1 Penentuan Parameter Pengelasan .....	33
3.4.2 Preparasi Material .....	33
3.4.3 Proses Pengelasan .....	33

3.4.4 Proses Media Pendingin .....	34
3.5 Proses Pengujian Spesimen .....	34
3.5.1 Pengujian Struktur Mikro .....	34
3.5.2 Pengujian Kekerasan .....	34

#### **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian Kekerasan .....	37
4.1.1 Perhitungan Rata-Rata Nilai Kekerasan .....	37
4.1.2 Grafik Nilai Kekerasan .....	37
4.1.3 Analisis Grafik Nilai Kekerasan .....	37
4.2 Pengujian Struktur Mikro .....	38
4.2.1 Hasil Struktur Mikro Dengan Pembesaran 500x .....	38
4.2.2 Analisis Hasil Struktur Mikro .....	39
4.2.3 Hasil Presentase Ferrit dan Perlit .....	39
4.2.4 Analisis Grafik .....	40
4.3 Hubungan Antara Pengujian 1 dan Pengujian 2 .....	41
4.3.1 Grafik Nilai Kekerasan dan Jumlah Perlit di Setiap Variasi .....	41
4.3.2 Analisis Grafik .....	41
4.3.3 Analisis Meningkatnya Kekuatan .....	41

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43

#### **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

## **DAFTAR GAMBAR**

2.1 Las Busur Gas .....	18
2.2 Las TIG .....	19
2.3 Diagram Rangkaian Listrik Dari Mesin Las Listrik DC .....	20
2.4 Pemindahan Sembur Pada Las MIG .....	21
2.5 Pengaruh Perubahan Arus Terhadap Ukuran dan Frekuensi Tetesan .....	22
2.6 Skema Las SMAW .....	23
2.7 Pemindahan Logam Cair .....	23
2.8 Skema Las GMAW .....	24
2.9 Skema Las SAW .....	25
2.10 Skema Mesin SAW .....	26
2.11 Skema Las FCAW .....	26

## **DAFTAR TABEL**

3.1 Parameter Pengelasan .....	33
4.1 Perhitungan Presentase.....	39