

TUGAS AKHIR

**PENGARUH ARUS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN
SIFAT MEKANIK PRODUK LAS TEMBAGA DAN BAJA
KARBON DENGAN METODE TUNGSTEN INERT GAS
(TIG)**



Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Disusun :

MAWAN HERMAWAN

NIM : D200080103

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

PERYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

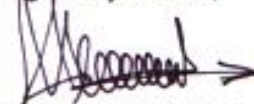
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**Pengaruh Arus Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Produk
Las Tembaga dan Baja Karbon Dengan Metode Tungsten Inert Gas
(TIG)**

Yang dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber infonya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 5 November 2015

Yang menyatakan,



Mawan Hermawan

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul "**Pengaruh Arus Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Produk Las Tembaga dan Baja Karbon Dengan Metode Tungsten Inert Gas (TIG)**", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjan S1 pada jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : MAWAN HERMAWAN

Nim : D200080103

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *18 Januari 2016*

Pembimbing utama



Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc, Ph.D.

Pembimbing pendamping



Ir. Bibit Sugito, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul "**Pengaruh Arus Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Produk Las Tembaga dan Baja Karbon Dengan Metode Tungsten Inert Gas (TIG)**", telah dipertahankan dihadapan tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : MAWAN HERMAWAN

Nim : D200080103

Disahkan pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *18 Januari 2016*

Tim penguji :

Ketua : Tri Widodo Besar Riyadi, ST,MSc,Ph.D.

Anggota 1 : Ir. Bibit Sugito, MT

Anggota 2 : Taurista PS, ST, MSc.

(Lu)
(Bibit)
(Taurista)

Dekan



[Signature]
Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D.

Ketua jurusan

[Signature]

Tri Widodo Besar Riyadi, ST,MSc,Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 271/A.3-II/TM/TA/XII/2014. Tanggal 30 Desember 2014.
dengan ini :

Nama : Tri Widodo BR, Ph.D.
Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli.
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Mawan Hermawan
Nomor Induk : D 200 080 103
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : PENGARUH ARUS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK PRODUK
Rincian Soal/Tugas : LAS TEMBAGA DAN BAJA KARBON DENGAN METODE TUNGSTEN GAS (TIG)
- TENTUKAN METODE PENYIAPAN ALAT DAN BAHAN
- KARAKTERISASI STRUKTUR MIKRO
- EVALUASI SIFAT MEKANIK

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 30 Desember 2014
Pembimbing



Tri Widodo BR, Ph.D.

Cc. : Bibit Sugito, Ir. MT.
Lektor Kepala.

Keterangan :
*) Coret salah satu
1. Warna biru untuk Kajar
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

BERLATIH,

Adalah **BER**fikir selanjutnya **LA**kukan dengan sepenuh ha**TI**.

Karya ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNYA
2. Bapak, ibu, Kakak dan keluarga yang saya Cintai
3. Semua insan yang membaca
4. Dan juga buat kehidupanku

PENGARUH ARUS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK PRODUK LAS TEMBAGA DAN BAJA KARBON DENGAN METODE TUNGSTEN INERT GAS (TIG)

Mawan Hermawan, Tri Widodo Besar Riyadi, Bibit Sugito

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos Pabelan, Kartasura

Email :Capinkalem@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia, struktur mikro dan nilai kekerasan pada logam yang digunakan pada pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dan juga untuk mengetahui pengaruh arus yang digunakan terhadap kualitas hasil pengelasan.

Material yang digunakan berupa tembaga dan baja karbon paduan sedang dengan ketebalan masing-masing 5 mm. Pengelasan dilakukan menggunakan metode las TIG (Tungsten Inert Gas) menggunakan kampuh V tunggal dengan variasi arus 70 A, 75 A, 80 A, 85 A, 90 A dan voltase 20 – 30 V serta kecepatan geser 8 – 12 cm/min. Pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi kimia, uji struktur mikro dan uji kekerasan (Vickers).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus sangat berpengaruh terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan. Pada material baja struktur mikro yang terjadi adalah fase ferit dan perlit karena pada pengelasan yang menggunakan pendinginan udara dan nilai kekerasan tertinggi didapat pada arus 90 A yaitu logam induk 33.95 HVN, HAZ 42.36 HVN dan logam Las 44.53 HVN sedangkan pada material tembaga struktur mikro yang terlihat adalah yang terbesar yaitu unsur Cu dan Zn dan apabila arus yang diberikan semakin besar maka nilai kekerasannya justru semakin menurun dan nilai kekerasan tertinggi didapat pada arus 70 A yaitu logam induk 19.57 HVN, HAZ 18.96 HVN dan logam Las 18.62 HVN.

Kata kunci: Las TIG, arus, tembaga, baja karbon, kekerasan

CURRENT EFFECT ON MICRO STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF COPPER AND CARBON STEEL WELDING PRODUCTS USING TUNGSTEN INERT GAS (TIG) METHOD

Mawan Hermawan, Tri Widodo Besar Riyadi, Bibit Sugito
Mechanical Engineering Universitas Of Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos □ Pabelan, Kartasura
Email : Capinkalem@yahoo.com

Abstract

This research is to unveil the chemical composition, micro structure and hardness value on metal used on TIG welding and also to unveil the current effect used toward the quality of welding product.

The materials used are copper and carbon steel alloy with the thickness of each is 5 mm. The welding is performed using TIG welding method (Tungsten Inert Gas) with a single V seam and the current variations are 70 A, 75 A, 80 A, 85 A, 90 A and 20 – 30 V voltage and 8 – 12 cm/min of shear rate. The tests performed are chemical composition test, micro structure test and hardness test (Vickers).

Research results show that current variation affects toward micro structure and hardness value significantly. What happened on micro structure of steel material is phase of ferrite and paerlite because on welding that using the highest air cooling and hardness value is acquired on 90 A current which is base metal 33.95 HVN, HAZ 42.36 HVN and 44.53 HVN welding metal. While what is seen on the copper material micro structure seen is the highest which are Cu and Zn element and if current given is getting bigger, then the hardness value is actually decreasing and the highest hardness value is acquired on 70 A current which is 19.57 HVN, HAZ 18.96 HVN metal base and 18.62 HVN welding metal.

Keywords: TIG welding, current, copper, carbon steel, hardness

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Arus Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Produk Las Tembaga dan Baja Karbon Dengan Metode Tungsten Inert Gas (TIG) ”**, dapat diselesaikan atas dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc, Ph.D. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin yang sekaligus Pembimbing Utama Tugas Akhir ini.
3. Ir. Bibit Sugito, MT sebagai Pembimbing Pendamping Tugas akhir ini.
4. Ir. Sunardi Wiyono, MT sebagai Pembimbing Akademik saya.
5. Keluargaku tercinta Ibu, Bapak dan kakakku yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil.

6. Teman-teman teknik mesin 2008 khususnya, dan semua angkatan terima kasih untuk semangat, dukungan, bantuan dan kebersamaan kita selama ini.
7. Keluargaku Unit Senidan Film terima kasih atas dorongan semangat tiada henti untuk menyelesaikan Tugas Akhir saya ini.
8. Nur Handayani yang telah membantu terselesaikanya tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu terselesaikanya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Surakarta, 01 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Pengelasan	11

2.3. Las TIG	11
2.3.1. Kelebihan danKekurangan Las TIG	13
2.3.2. Peralatan Utama Las TIG	15
2.4. Elektroda.....	25
2.4.1. Pemilihan Elektroda	25
2.4.2. Keuntungan Penggunaan Jenis Elektroda Dalam Pengelasan TIG.....	26
2.4.3. Ukuran Elektroda.....	26
2.4.4. Bahan Tambah (<i>filler wires</i>).....	27
2.5. Baja	28
2.5.1. Spesifikasi Baja Karbon	34
2.5.2. Baja Paduan.....	35
2.5.3. Baja PaduanRendah	36
2.5.4. Baja KekerasanTinggi	37
2.6. Baja Tahan Karat	38
2.6.1. Tinjauan Khusus Baja Tahan Karat	38
2.6.2. Pengaruh Unsur-Unsur Paduan Pada Baja.....	43
2.6.3. Sifat-Sifat Mekanis Baja	46
2.6.4. Sifat-Sifat Fisis Baja	48
2.7. Tembaga.....	48
2.7.1.Sifat Fisik Tembaga.....	50
2.7.2. Sifat Kimia Tembaga.....	51
2.7.3. Sifat Lain	51
2.7.4. Efek Pada Tembaga.....	52
2.8. Bentuk Kampuh (Alur Las).....	54

2.9. Besarnya Arus Pengelasan.....	55
2.10. Uji Komposisi Kimia.....	57
2.11. Uji Struktur Mikro	58
2.12. Uji Kekerasan	61
2.13. Diagram CCT	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	65
3.1. Penyiapan Bahan dan Alat.....	65
3.1.1. Penyiapan Bahan	65
3.1.2. Alat Penelitian	66
3.2. Diagram Alir	71
3.2.1. Studi Literature dan Survey Lapangan	72
3.2.2. Penyiapan Bahan	72
3.2.3. Pembuatan Spesimen untuk Uji Komposisi Kimia	72
3.2.4. Pengujian Komposisi Kimia	73
3.2.5. Pembuatan Spesimen	74
3.2.6. Pengujian Struktur Mikro	78
3.2.7. Pengujian Kekerasan	79
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	82
4.1. Pengujian Komposisi Kimia	82
4.1.1. Hasil Pengujian	82
4.1.2. Pembahasan Komposisi Kimia pada Baja	83
4.1.3. Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia pada Tembaga.....	84
4.2. Pengujian Struktur Mikro	85
4.2.1. Hasil Pengujian pada Baja	85
4.2.2. Hasil Pengujian pada Tembaga	88

4.2.3. Pembahasan Uji Struktur Mikropada Baja.....	91
4.2.4. Pembahasan Uji Struktur Mikropada Tembaga.....	91
4.3. Uji Kekerasan (<i>Vickers microhardness</i>)	92
4.3.1. Hasil Pengujian Kekerasan Baja	92
4.3.2. Hasil Pengujian Kekerasan Tembaga	94
4.3.3. Pembahasan Uji Kekerasan pada Baja.....	95
4.3.4. Pembahasan Uji Kekerasan pada Tembaga.....	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1. Kesimpulan	97
5.2. Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Pengelasan TIG	13
Gambar 2.2. Mesin Las Tungsten Inert Gas (TIG).....	16
Gambar 2.3. Mulut pembakar (welding torch) dengan pendingin air.....	17
Gambar 2.4. Jenis Pelindung Nosel.....	18
Gambar 2.5. Nosel Las TIG	19
Gambar 2.6. Botol Gas Pelindung	22
Gambar 2.7. Regulator Dan Flowmeter	23
Gambar 2.8. Flowmeter Dan Ekonomiser	24
Gambar 2.9. Instalasi Gas Sistem Manifold	25
Gambar 2.10. Diagram KeseimbanganBesi-Karbon	29
Gambar 2.11. Diagram Schaeffler	41
Gambar 2.12. Sebuah Tembaga.....	49
Gambar 2.13. Struktur Kristal Tembaga.....	50
Gambar 2.14. Alur Sambungan Las Tumpul.....	55
Gambar 2.15. Asas Pengukuran Kekerasan (Vickers)	61
Gambar 2.16. Bentuk-Bentuk Bekas Penekanan.....	63
Gambar 2.17. Diagram CCT	64
Gambar 3.1. Tembaga Dan Plat Baja	65
Gambar 3.2. Alat Uji Komposisi Kimia (Spectrometer Metal Scan).....	67
Gambar 3.3. Alat Uji Struktur Mikro	68
Gambar 3.4. Alat Uji kekerasan Vickers Mikrohardnes.....	69
Gambar 3.5. Mesin Las TIG	69
Gambar 3.6. Diagram Alir	71
Gambar 3.7. Mesin Las TIG Dan Proses Pengelasan	74
Gambar 3.8. Spesimen Uji Struktur Mikro.....	78

Gambar 3.9. Contoh Gambar Uji Kekerasan	79
Gambar 4.1. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 70 Amper	86
Gambar 4.2. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 75 Amper	86
Gambar 4.3. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 80 Amper	87
Gambar 4.4. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 85 Amper	87
Gambar 4.5. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 90 Amper	88
Gambar 4.6. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 70 Amper	88
Gambar 4.7. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 75 Amper	89
Gambar 4.8. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 80 Amper	89
Gambar 4.9. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 85 Amper	90
Gambar 4.10. Struktur Mikro Spesimen Las Arus 90 Amper	90
Gambar 4.11. Histogram Perbandingan Harga Kekerasan Mikro Vickers Berbahan Baja Pada Material Las.....	93
Gambar4.12. Histogram Perbandingan Harga Kekerasan Mikro Vickers Berbahan Tembaga Paduan Pada Material Las	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Elektroda Kode Warna Dan Kegunaan	25
Tabel 2.2. Besar Arus Dalam Pengelasan Dengan Elektroda Wolfram	56
Tabel 3.1. Spesifikasi Dan Parameter Pengelasan Tembaga.....	76
Tabel 3.2. Spesifikasi Dan Parameter Pengelasan Baja.....	76
Tabel 4.1. Hasil Uji Komposisi Kimia Pada Baja	82
Tabel 4.2. Hasil Uji Komposisi Kimia Pada Tembaga	83
Tabel 4.3. Data Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers Las Baja.....	93
Tabel 4.4. Data Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers Las Tembaga	94

DAFTAR SIMBOL

α	= Percepatan sudut	(ms^{-2})
δ	= Berat jenis	(gram/cm^3)
t	= waktu pengelasan	(detik)
P	= Beban yang diterapkan	(gf)
d	= diagonal rata-rata	(mm)