

TUGAS AKHIR

ANALISA SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) HASIL SPOT WELDING ALUMINIUM (Al) DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA (Cu) MESH 50



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh:

ZIDHAN DHUHA NUR ADAMSYAH

D200170165

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul “**Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 50**” yang disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi 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 sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 29 September 2021

Yang menyatakan,



Zidhan Dhuha Nur Adamsyah

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "*Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 50*" telah disetujui Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : Zidhan Dhuha Nur Adamsyah

NIM : D200170165

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 50**" telah dipertahankan di hadapan Dewan Pengaji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Zidhan Dhuha Nur Adamsyah**

NIM : **D200170165**

Disahkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 8 November 2021

Tim Pengaji :

Ketua : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T (.....)

Anggota 1 : Nurmuntaha Agung N., S.T.,M.T (.....)

Anggota 2 : Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Rois Fathoni, S.T., M.Sc., Ph.D

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :
Nomor 026/II/2021 tanggal 25 Maret 2021 tentang Pembimbing Tugas Akhir
dengan ini:

Nama : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.
Pangkat Jabatan : Lecture
Kedudukan : Pembimbing Tugas Akhir
Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :
Nama : Zidhan Dhuha Nur Adamsyah
Nomor Induk : D200170165
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8 (Delapan)
Judul Topik : "Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil
Spot Welding Aluminium (Al) Dengan Penambahan
Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 50"
Rincian Soal/Tugas : Mengetahui Hasil Analisa SEM-EDX pada las titik
aluminium pengaruh penambahan filler tembaga
mesh 50 dengan pengujian Struktur Mikro, Uji
Kekerasan, dan Uji SEM-EDX

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
 mestinya.

Surakarta, Maret 2021

Pembimbing

Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

Keterangan

Dibuat rangkap tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“Bencana akibat kebodohan adalah sebesar-besarnya musibah seorang manusia.”

(Imam Al Ghazali)

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.”

(Ralph Waldo Emerson)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

Bapak Puji Nuryanto, Ibu Sri Lestari, dan Adek Zarena Isdihar Nurtarisa

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir yang berjudul “**Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 50**” dapat diselesaikan dengan lancar berkat dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan penuh ketulusan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu mendo'akan dan memberikan motivasi serta mengerahkan segala daya upaya untuk menghantarkan penulis sampai dititik ini.
2. Bapak Rois Fathoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, membimbing, serta mengarahkan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Sartono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, dan mengarahkan selama masa perkuliahan.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama menempuh jenjang pendidikan.
7. Amril Alamsyah dan Prihatmoko Adhi Nugroho, teman seperjuangan dalam tugas akhir. Serta teman-teman yang selalu membantu dan memberikan dorongan maupun nasihat, Muhammad Arif Hidayat, Andy Widiyanto dan yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

8. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2017, para kakak tingkat, serta adik tingkat yang telah membersamai selama perkuliahan. Semoga Allah senantiasa memberikan kita keberkahan dalam setiap amal perbuata kita.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Surakarta, 29 September 2021



Zidhan Dhuha Nur Adamsyah

**ANALISA SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) HASIL SPOT
WELDING ALUMINIUM (Al) DENGAN PENAMBAHAN SERBUK
TEMBAGA (Cu) MESH 50**

Zidhan Dhuha Nur Adamsyah, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M. T

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail: zidhanduhanur17@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh penambahan serbuk tembaga dengan ukuran mesh 50 pada pengelasan titik dengan logam aluminium dengan pengujian uji kekerasan mikro Vickers, uji setruktur mikro dan uji SEM (Scanning Electron Microscope). Pengelasan pada penelitian ini menggunakan aluminium seri 1100 dan tembaga mesh 50. Pada penelitian ini untuk mengetahui nilai kekerasan, struktur mikro dan SEM-EDX. Pengujian ini menggunakan standar ASTM E384 untuk uji kekerasan mikro Vickers , uji foto mikro dengan Mikroskop Metalografi dan SEM-EDX untuk mengetahui topografi dan komposisi. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan hasil kekerasan tertinggi didaerah nugget dengan nilai 50.14 VHN, kemudian daerah HAZ dengan nilai 38.61 VHN dan terakhir daerah Base Metal dengan nilai 35.64 VHN. Untuk gambar setruktur mikro pada daerah nugget menghasilkan butiran yang lebih halus, kemudian pada daerah HAZ ukuran butiran kecil dan pada daerah Base Metal ukuran butiran besar. Pada pengujian SEM terindikasi cacat antara lain porositas, crak dan void. Pengujian EDX ini menunjukkan bahwa tembaga (Cu) mendominasi pada area sambungan.

Kata kunci: las titik, Aluminium dan Tembaga, Kekersan, Struktur Mikro dan Scanning Electron Microscope.

**ANALYSIS OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM)
RESULTS OF SPOT WELDING ALUMINUM (AL) WITH THE
ADDITION OF COPPER POWDER (CU) MESH 50**

Zidhan Dhuha Nur Adamsyah, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M. T

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail: zidhanduhanur17@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of adding copper powder with a mesh size of 50 on spot welding with aluminum metal by testing the Vickers microhardness test, microstructure test and SEM (Scanning Electron Microscope) test. Welding in this study used aluminum 1100 series and copper mesh 50. In this study to determine the value of hardness, microstructure and SEM-EDX. This test uses the ASTM E384 standard for the Vickers microhardness test, micro-photo test with a Metallographic Microscope and SEM-EDX to determine the topography and composition. The results of the hardness test showed the highest hardness results in the nugget area with a value of 50.14 VHN, then the HAZ area with a value of 38.61 VHN and finally the Base Metal area with a value of 35.64 VHN. For microstructural images in the nugget area, it produces finer grains, then in the HAZ region the grain size is small and in the Base Metal region the grain size is large. The SEM test indicated defects such as porosity, cracks and voids. This EDX test shows that copper (Cu) dominates in the connection area.

Keywords: *spot welding, Aluminum and Copper, Hardness, Microstructure and Scanning Electron Microscope.*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Pengelasan	9
2.2.2 Las Titik (<i>Resistance spot welding</i>)	10
2.2.3 Aluminium.....	15
2.2.4 Tembaga (Cu)	19
2.2.5 Mekanisme Penguatan Logam	21
2.2.6 Difusi	27

2.2.7	Pengujian kekerasan	29
2.2.8	Pengujian Struktur Mikro	32
2.2.9	<i>Scanning Electron Microcope (SEM)</i> dan <i>Energy Dispersive X-ray (EDX)</i>	33
BAB III.....		36
METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	36
3.2	Bahan Penelitian	39
3.3	Alat Penelitian	40
3.4	Sampel	42
3.5	Lokasi Penelitian	43
3.6	Prosedur Pengelasan.....	43
3.7	Tahapan Pengujian	43
3.7.1	Pengujian Struktur Mikro	43
3.7.2	Pengujian Kekerasan Mikro Vickres.....	44
3.7.3	Pengujian SEM-EDX	45
BAB IV		46
HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	46
4.2	Hasil Pengujian Kekerasan (mikro vickres)	47
4.3	Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> dan <i>Energy Dispersive X-Ray (EDX)</i>	49
BAB V.....		53
PENUTUP.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Las Resistensi Listrik	10
Gambar 2.2 Jenis sambungan tumpang : (a) <i>spot welding</i> (b) <i>seam welding</i> (c) <i>projection welding</i>	11
Gambar 2.3 <i>Welding process and welding time</i>	13
Gambar 2.4 Resistensi pada <i>Resistance Welding</i>	14
Gambar 2.5 Struktur mikro dua fasa	24
Gambar 2.6 Bola baja metode brinell.....	29
Gambar 2.7 Mesin Uji Brinell.....	30
Gambar 2.8 Metode pengujian kekerasan rockwell	31
Gambar 2.9 Bekas penekanan uji kekerasan vickers	32
Gambar 2.10 Skema SEM.....	35
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3.2 Ukuran Spesimen	37
Gambar 3.3 Standar pengelasan titik	38
Gambar 3.4 Plat Aluminium	39
Gambar 3.5 Serbuk Tembaga Mesh 50.....	39
Gambar 3.6 Mesin Las Titik	40
Gambar 3.7 Mesin Uji Kekerasan Micro Vickers.....	41
Gambar 3.8 Mesin Struktur Mikro.....	41
Gambar 3.9 Mesin Uji SEM-EDX	42
Gambar 3.10 Spesimen uji : (a) Spesimen uji struktur mikro (b) spesimen uji kererasan (c) spesimen uji SEM-EDX	42
Gambar 4.1 Nugget dengan perbesaran 200x	46
Gambar 4.2 HAZ dengan perbesaran 200x	47
Gambar 4.3 Bese Metal dengan perbesaran 200x	47
Gambar 4.4 Grafik nilai kekerasan daerah las pada mesh 50	48
Gambar 4.5 Grafik nilai perbandingan mesh 40, 50 dan 60	49
Gambar 4.6 SEM dari sambungan aluminium dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga mesh 50 dengan perbesaran 1000x	50

Gambar 4.7 Titik spektrum EDX pada sambungan aluminium dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga mesh 50	51
Gambar 4.8 Line analysis spektrum pada sambungan aluminium dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga mesh 50	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Aluminium.....	16
Tabel 2.2 Sifat Fisik Tembaga	20
Tabel 2.3 Tabel Ukuran Mesh.....	20
Tabel 4.1 Hasil pengujian kekerasan (HMV) pada mesh 50.....	48
Tabel 4.3 Hasil line analysis spektrum untuk sambungan aluminium dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga mesh 50	52