

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH ARUS DAN
ELEKTRODA TERHADAP STRUKTUR MIKRO
DAN SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN
PADA BAJA SS400**



Oleh :

ANDI AZRIAL AKBAR RUJIAN TO
NPM. 21036010082

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH ARUS DAN ELEKTRODA TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN PADA BAJA SS400

Disusun Oleh :

ANDIAZRIALAKBAR RUJIAN TO

NPM. 21036010082

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Senin, 23 Februari 2026

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing

Ndani Advono, S.Si., M.T.
NIP. 199001252024061001

Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., MT.
NIP. 199101142025062005

Dosen Penguji II

Koordinator Program Studi Teknik Mesin

Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 196406111992032001

Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 196406111992032001

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jarliyah, M.P.
NIP. 196504031991032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Telp. 031-8782179
Email: teknikmesin@upnjatim.ac.id , Laman : <http://tekmesin.upnjatim.ac.id/>

KETERANGAN BEBAS REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Andi Azrial Akbar Rujianto
NPM : 21036010082
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang Semhas : 23 Februari 2026

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi *~~ ~~PRA RENCANA (DESAIN) / SEMINAR PROPOSAL /~~
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode IV, TA 2025/2026.

Dengan judul : ANALISIS PENGARUH ARUS DAN ELEKTRODA TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN PADA BAJA SS400

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Ndaru Adyono, S.Si., M.T.
2. Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, M.T.

Surabaya, 24 Februari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., MT.

NIP. 199101142025062005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Azrial Akbar Rujianto
NPM : 21036010082
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemuan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 25 Februari 2026

Yang Membuat pernyataan,



Andi Azrial Akbar Rujianto
NPM. 21036010082

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dengan segala keterbatasannya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Dalam terselesaikannya tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara moral maupun materi, yakni:

1. **Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.** selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. **Ibu Dr.T.Ir. Luluk Edahwati, M.T.** selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. **Ibu Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd.,MT.** Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, ilmu, motivasi, serta koreksi dalam penulisan dan pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak **Ndaru Adyono, S.Si., M.T.** dan Ibu **Dr.T.Ir. Luluk Edahwati, M.T.** Selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan koreksi dalam penulisan dan pengerjaan Tugas Akhir.
5. **Kedua Orang Tua** yang telah memberikan motivasi, dan doa terbaiknya.
6. **Teman – teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin** yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis sangat berharap adanya kritik dan saran demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Terakhir, penulis juga berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan motivasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Surabaya, 23 Februari 2026

Andi Azrial Akbar Rujianto

ABSTRAK

Baja SS400 merupakan material konstruksi karbon rendah yang digunakan secara luas dalam aplikasi struktural, namun kualitas sambungan lasnya sangat bergantung pada presisi pengendalian *heat input* selama proses *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) untuk memitigasi risiko cacat mikrostruktur dan distorsi termal yang dapat menurunkan sifat mekanik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif pengaruh variasi arus pengelasan dan klasifikasi elektroda terhadap evolusi struktur mikro serta nilai kekerasan sambungan las baja SS400. Metode eksperimental diterapkan secara ketat pada spesimen setebal 10 mm dengan posisi pengelasan 1G, menggunakan variasi arus 100 A, 110 A, dan 120 A serta tiga jenis elektroda standar AWS, yaitu E6013, E7016, dan E7018. Evaluasi mekanik dilakukan melalui uji kekerasan Brinell berdasarkan standar ASTM E10 dan analisis metalografi untuk mengamati transformasi fasa. Hasil penelitian menunjukkan korelasi positif yang signifikan antara peningkatan arus dengan kekerasan material, di mana arus 120 A terbukti memperlambat laju pendinginan yang memfasilitasi difusi unsur paduan secara lebih sempurna. Secara spesifik, kombinasi arus 120 A dengan elektroda *Low Hydrogen* (E7018) menghasilkan nilai kekerasan optimal mencapai 192,25 HBN, jauh lebih unggul dibandingkan tipe E6013 maupun E7016. Hal ini didukung oleh analisis mikrostruktur yang memperlihatkan dominasi fasa perlit sebesar 52,01% dengan morfologi butiran yang halus, padat, dan homogen. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan elektroda E7018 pada arus tinggi mampu menghasilkan *weld pool* dengan fluiditas baik dan inklusi minimum, sehingga parameter ini sangat direkomendasikan untuk aplikasi struktural yang memprioritaskan kekuatan mekanik tinggi dan integritas sambungan yang andal.

Kata Kunci: Baja SS400, SMAW, Variasi Arus, Elektroda E7018, Struktur Mikro, Kekerasan Brinell.

ABSTRACT

SS400 steel is a low-carbon construction material widely used in structural applications, but the quality of its welded joints is highly dependent on the precision of heat input control during the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process to mitigate the risk of microstructural defects and thermal distortion that can reduce mechanical properties. This study aims to comprehensively analyze the effect of welding current variations and electrode classification on the evolution of microstructure and hardness values of SS400 steel welded joints. The experimental method was strictly applied to 10 mm thick specimens with a 1G welding position, using current variations of 100 A, 110 A, and 120 A and three types of AWS standard electrodes, namely E6013, E7016, and E7018. Mechanical evaluation was performed through Brinell hardness testing based on the ASTM E10 standard and metallographic analysis to observe phase transformations. The results showed a significant positive correlation between increased current and material hardness, where 120 A current was found to slow down the cooling rate, facilitating more complete diffusion of alloying elements. Specifically, the combination of a 120 A current with a Low Hydrogen electrode (E7018) produced an optimal hardness value of 192.25 HBN, which was far superior to the E6013 and E7016 types. This is supported by microstructure analysis showing a dominant perlite phase of 52.01% with fine, dense, and homogeneous grain morphology. These findings indicate that the use of E7018 electrodes at high currents can produce weld pools with good fluidity and minimal inclusions, making this parameter highly recommended for structural applications that prioritize high mechanical strength and reliable joint integrity.

Keywords: SS400 steel, SMAW, Current Variation, E7018 Electrode, Microstructure, Brinell Hardness.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR BEBAS REVISI	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Definisi dan Prinsip Dasar SMAW	9
2.2.2 Komponen dan Peralatan dalam SMAW	10
2.2.3 Parameter – Parameter Pengelasan SMAW	11
2.2.4 Kelebihan Pengelasan SMAW	12
2.3 Baja SS400	12
2.3.1 Komposisi Kimia Baja SS400	13
2.3.2 Sifat Mekanik Baja SS400	14
2.4 Landasan Teori	15
2.4.1 Definisi dan Fungsi Elektroda dalam Pengelasan SMAW.....	15
2.4.2 Klasifikasi Elektroda Standar AWS dan JIS	16
2.4.3 Karakter Mekanik Elektroda E6013, E7016 dan E7018.....	16
2.4.4 Pengaruh Elektroda terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan	18

2.4.5 Arus Pengelasan dalam SMAW	18
2.6 Uji Mekanik	19
2.6.1 Uji Kekerasan.....	20
2.6.2 Standart Deviasi	22
2.7 Struktur Mikro.....	23
2.8 Diagram Fasa dan Diagram TTT	26
2.8.1 Diagram TTT (<i>Time Temperature Transformation</i>).....	27
2.8.2 Diagram CCT (<i>Continuous Cooling Transformation</i>).....	28
2.9 Kampuh	30
2.10 Hipotesis.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Lokasi Penelitian.....	32
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.4 Prosedur penelitian.....	34
3.4.1 Studi Literatur	34
3.4.2 Variabel Penelitian	34
3.4.3 Proses Pengelasan	36
3.4.4 Kriteria Kelayakan Spesimen Hasil Pengelasan	36
3.4.5 Pembuatan Spesimen Uji	37
3.4.6 Analisis Struktur Mikro.....	38
3.4.7 Pengujian Kekerasan.....	40
3.4.8 Analisis Data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Analisis Hasil Kekerasan Brinell	43
4.1.1 Nilai Kekerasan Brinell pada Arus 100 Amper.....	43
4.1.2 Nilai Kekerasan Brinell pada Arus 110 Amper.....	45
4.1.3 Nilai Kekerasan Brinell pada Arus 120 Amper.....	46
4.1.4 Analisis Statistik Pengaruh Parameter Pengelasan (<i>ANOVA Three-Way</i>). 48	
4.1.5 Analisis Grafik Interaksi Parameter Pengelasan (<i>Interaction Plot</i>).....	50
4.1.6 Kombinasi Elektroda dan Arus Terbaik dari Hasil Uji Kekerasan	51
4.2 Analisis Struktur Mikro Metalografi.....	53
4.2.1 Analisis Struktur Mikro Variasi Elektroda Terhadap Arus 100 Amper.....	53
4.2.2 Analisis Struktur Mikro Variasi Elektroda Terhadap Arus 110 Amper.....	54

4.2.3 Analisis Struktur Mikro Variasi Elektroda Terhadap Arus 120 Amper.....	56
4.3 Analisis Kombinasi Terbaik dari Elektroda dan Arus	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu terkait Arus dan Jenis Elektroda	7
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Baja SS400	14
Tabel 2. 3 Sifat Mekanik Baja SS400	14
Tabel 2. 4 Karakteristik Mekanik Setiap Elektroda.....	17
Tabel 4. 1 Hasil Uji ANOVA pada Nilai Kekerasan	48
Tabel 4. 2 Hasil Variasi Elektroda Terbaik Struktur Mikro Terhadap Arus 100 Amper	53
Tabel 4. 3 Hasil Variasi Elektroda Terbaik Struktur Mikro Terhadap Arus 110 Amper	55
Tabel 4. 4 Hasil Variasi Elektroda Terbaik Struktur Mikro Terhadap Arus 120 Amper	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil Pengelasan pada 100A, 110A dan 120A	19
Gambar 2. 2 Skema Pengujian Kekerasan.....	21
Gambar 2. 3 Contoh Hasil dari Uji Struktur Mikro.....	24
Gambar 2. 4 Contoh Hasil dari Uji Struktur Mikro.....	24
Gambar 2. 5 Contoh Hasil Pengujian Struktur Mikro	25
Gambar 2. 6 Diagram Fasa	27
Gambar 2. 7 Diagram TTT (<i>Time Temperature Transformation</i>).....	28
Gambar 2. 8 Diagram CCT (<i>Continuous Cooling Transformation</i>).....	29
Gambar 2. 9 Spesimen Pengelasan Kampuh V	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3. 2 Skema Kriteria Kelayakan Spesimen Hasil Pengelasan	36
Gambar 3. 3 Bentuk Spesimen Setelah Pengelasan	38
Gambar 3. 4 Skema Spesimen Uji Kekerasan.....	38
Gambar 3. 5 Visual Pengamatan Hasil Struktur Mikro	39
Gambar 3. 6 Visual Pengujian Kekerasan Brinell	41
Gambar 4. 1 Hasil Nilai Kekerasan Brinell pada Arus 100 Amper	43
Gambar 4. 2 Hasil Nilai Kekerasan Brinell pada Arus 110 Amper	45
Gambar 4. 3 Hasil Nilai Kekerasan Brinell pada Arus 120 Amper	47
Gambar 4. 4 Hasil Grafik <i>Interaction Plot</i> HBN.....	50
Gambar 4. 5 Kombinasi Elektroda dan Arus Terbaik dari Hasil Uji Kekerasan	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Data Penelitian.....	70
Lampiran 2 Perhitungan Kalibrasi Alat	73
Lampiran 3 Hasil Struktur Mikro Variasi Elektroda E6013 dan E7016 Terhadap Arus 100 Amper.....	74
Lampiran 4 Hasil Struktur Mikro Variasi Elektroda E6013 dan E7016 Terhadap Arus 110 Amper.....	75
Lampiran 5 Hasil Struktur Mikro Variasi Elektroda E6013 dan E7016 Terhadap Arus 120 Amper.....	76
Lampiran 6 Hasil <i>Threshold</i> Uji Struktur Mikro Variasi Elektroda Terhadap Arus 100 Amper.....	77
Lampiran 7 Hasil <i>Threshold</i> Uji Struktur Mikro Variasi Elektroda Terhadap Arus 110 Amper.....	78
Lampiran 8 Hasil <i>Threshold</i> Uji Struktur Mikro Variasi Elektroda Terhadap Arus 120 Amper.....	79
Lampiran 9 Langkah – Langkah Pengujian Kekerasan.....	82
Lampiran 10 Langkah – Langkah Uji Struktur Mikro	83
Lampiran 11 Sertifikat Baja SS400	84
Lampiran 12 Spesifikasi Alat Uji Kekerasan	85
Lampiran 13 Spesifikasi Alat Uji Struktur Mikro	86
Lampiran 14 Rancangan Eksperimen Penelitian.....	87
Lampiran 15 Biodata Mahasiswa	88