

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ELEKTRODA
TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNG LAS
SMAW PADA PLAT BAJA SS400**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH VARIASI ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNG LAS SMAW PADA PLAT BAJA SS400



Nama	: Chandra Kurniawan
NIM	: 41320110091
Program Studi	: Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi Ini diajukan oleh:

Nama : Chandra Kurniawan

NIM : 41320110091

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : *Analisis Pengaruh Variasi Elektroda Terhadap Struktur Sifat Mekanik Sambung Las SMAW Pada Plat Baja SS400*

Telah berhasil dipertahan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Ir. Nurato, ST, MT, Ph.D

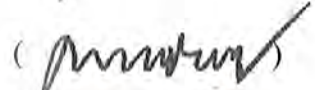
NIDN : 0313047302

Penguji 1 : Ir. Hadi Pranoto, ST., MT, Ph.D

NIDN : 0302077304

Penguji 2 : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si

NIDN : 0307078004

()
()
()

Jakarta, 10 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi Teknik Mesin



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT)

NIDN : 0307037202



(Dr.Eng., Imam Hidayat, ST,MT)

NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Chandra Kurniawan
NIM : 41320110091
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : *Analisis Pengaruh Variasi Elektroda Terhadap Struktur Sifat Mekanik Sambung Las SMAW Pada Plat Baja SS400*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan penelitian dengan sesungguhnya dan hasil penulisan laporan tugas akhir yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan laporan penelitian ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 10 Agustus 2025



Chandra Kurniawan

PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala nikmat-Nya, sehingga penulis dapat dengan baik menyelesaikan Laporan Penelitian.

Tugas ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum sarjana strata satu (S-1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Dalam proses pelaksanaan penelitian ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Ardriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh pendidikan.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik yang telah memberikan dukungan selama proses perkuliahan.
3. Dr. Eng., Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Ir. Nurato, ST, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Penelitian yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang tak henti-hentinya selama proses penelitian hingga penyusunan laporan ini.
5. Kedua orang tua Bapak Supriyono dan Ibu Dyah Ayu Kurniati tercinta yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat tanpa batas dalam setiap langkah kehidupan penulis.
6. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana, yang telah berbagi semangat, pengalaman, dan kebersamaan dalam menempuh pendidikan.

Dalam hal ini penulis memohon maaf atas kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini.

Jakarta, 10 Agustus 2025

Chandra Kurniawan

ABSTRAK

Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif pengaruh variasi jenis elektroda terhadap sifat mekanik sambungan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada baja karbon rendah SS400. Sifat mekanik yang diuji meliputi kekuatan tarik dan kekerasan. Tiga jenis elektroda yang digunakan sebagai variabel bebas adalah E6013, E7016, dan E7018. Pengujian dilakukan pada spesimen yang telah dilas dengan parameter yang konstan, dan hasilnya dibandingkan untuk menentukan elektroda paling optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi elektroda secara signifikan memengaruhi performa sambungan las. Elektroda E7016 menghasilkan kekuatan tarik maksimum (R_m) tertinggi, mencapai rata-rata 377 MPa. Nilai ini 18,7% lebih tinggi dari E7018 (302 MPa) dan 249% lebih tinggi dari E6013 (108 MPa). Sementara itu, hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa elektroda E7016 juga menghasilkan nilai kekerasan rata-rata tertinggi sebesar 197,37 HV. Peningkatan kekuatan dan kekerasan pada E7016 dan E7018 disebabkan oleh komposisi kimia low hydrogen yang mendorong pembentukan mikrostruktur yang lebih kuat seperti bainit dan martensit, sementara E6013 yang memiliki kandungan rutil cenderung membentuk fasa yang lebih lunak (ferit dan perlit), sehingga memiliki kekuatan tarik yang paling rendah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa elektroda E7016 adalah pilihan terbaik untuk pengelasan baja SS400 karena menghasilkan kombinasi kekuatan tarik dan kekerasan paling superior. Temuan ini memberikan panduan praktis bagi industri manufaktur dan konstruksi dalam memilih material pengelasan yang optimal, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan keandalan produk akhir.

Kata Kunci: Pengelasan SMAW, Baja SS400, Variasi Elektroda, Sifat Mekanik, Kekuatan Tarik.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ANALISIS PENGARUH VARIASI ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNG LAS SMAW PADA PLAT BAJA SS400

ABSTRACT

Abstract:

This study aims to comprehensively analyze the effect of varying electrode types on the mechanical properties of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) joints in low-carbon SS400 steel. The mechanical properties tested included tensile strength and hardness. Three types of electrodes, E6013, E7016, and E7018, were used as independent variables. The tests were performed on welded specimens using constant parameters, and the results were compared to determine the most optimal electrode. The research results show that electrode variations significantly affect the performance of the welded joints. The E7016 electrode produced the highest ultimate tensile strength (R_m), reaching an average of 377 MPa. This value is 18.7% higher than E7018 (302 MPa) and 249% higher than E6013 (108 MPa). Meanwhile, hardness test results also showed that the E7016 electrode produced the highest average hardness value of 197.37 HV. The increase in strength and hardness in E7016 and E7018 is due to their low-hydrogen chemical composition, which promotes the formation of stronger microstructures such as bainite and martensite. In contrast, E6013, which has a rutile content, tends to form softer phases (ferrite and pearlite), resulting in the lowest tensile strength. This study concludes that the E7016 electrode is the best choice for welding SS400 steel because it produces the most superior combination of tensile strength and hardness. These findings provide a practical guide for the manufacturing and construction industries in selecting optimal welding materials, thereby improving the quality and reliability of the final product.

Keywords: SMAW Welding, SS400 Steel, Electrode Variation, Mechanical Properties, Tensile Strength.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pengertian Baja	8
2.3 Pengertian Pengelasan	10
2.3.1 Shielding Metal Arc Welding	10
2.3.2 Posisi pengelasan plat	11
2.3.3 Sambungan pengelasan	13
2.3.4 Elektroda pengelasan	15
2.3.5 Heat Input	19
2.3.6 Cacat pada pengelasan	19
2.3.7 Kode atau Standar Acuan	21
2.3.8 <i>Welding Procedure Specifications dan Procedure Qualifications Record</i>	21
2.4 Pengujian spesimen	22

2.4.1	Pengujian tarik	22
2.4.2	Pengujian kekerasan	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Diagram Alir	31
3.2	Alat dan Bahan	32
3.3	Metode Penelitian	34
3.4	Variabel Penelitian	35
3.5	Proses Penelitian	36
3.5.1.	Persiapan Awal	36
3.5.2.	Pembuatan Kampuh V Terbuka	36
3.5.3.	Proses Pengelasan	37
3.6	Pembuatan Spesimen Uji	37
3.6.1.	Spesimen Uji Tarik	38
3.6.2.	Spesimen Uji Kekerasan	38
3.7	Prosedur Pengujian	38
3.7.1	Uji Tarik	38
3.7.2	Uji Kekerasan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Hasil Uji Kekerasan Vickers	41
4.2	Hasil Uji Tarik	45
BAB V PENUTUP		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Perbandingan Tiga Jenis Baja Berdasarkan Nilai Karbon	8
Tabel 2.3 Mechanical Properties Dari Baja ss400	9
Tabel 2.4 Chemical Compositions Dari Baja ss400	9
Tabel 2.5 Kode Dari Elektroda Pada Pengelasan SMAW Menurut Acuan American Welding Society (AWS)	15
Tabel 2.6 Klasifikasi Dari Elektroda Pengelasan SMAW Menurut AWS A5.1-69	16
Tabel 2.7 Mechanical Properties Elektroda Jenis E6013	17
Tabel 2.8 Chemical Compositions Elektroda Jenis E6013	17
Tabel 2.9 Mechanical Properties Elektroda Jenis E7018	18
Tabel 2.10 Chemical Compositions Elektroda Jenis E7018	18
Tabel 2.11 Mechanical Properties Elektroda Jenis E7016	18
Tabel 2.12 Chemical Compositions Elektroda Jenis E7016	18
Tabel 2.13 Grup Base Metal Pelengkap ASME IX QW-153	25
Tabel 2.14 Perbedaan Indenter Pada Metode Pengujian Kekerasan	27
Tabel 2.15 Kelebihan Dan Kekurangan Metode Pengujian Kekerasan	27
Tabel 3.1 Alat Dalam Proses Penelitian	31
Tabel 3.2 Bahan Dalam Proses Penelitian	33
Tabel 4.1 Data Uji Kekerasan	39
Tabel 4.2 Data Uji Kekerasan	43
Tabel 4.3 Nilai Kekerasan Plat	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja Las SMAW	11
Gambar 2.2 Posisi Pengelasan Bawah Tangan	11
Gambar 2.3 Posisi Pengelasan Mendatar	12
Gambar 2.4 Posisi Pengelasan Datar	12
Gambar 2.5 Posisi Pengelasan Atas Kepala	13
Gambar 2.6 Contoh Sambungan Butt Joint	13
Gambar 2.7 Contoh Sambungan T Joint	14
Gambar 2.8 Contoh Sambungan Lap Joint	14
Gambar 2.9 Proses Urutan Dalam Pengisian Filter Pada Proses Pengelasan Multi Pass	15
Gambar 2.10 Porositas Pada Pengelasan	20
Gambar 2.11 Incomplete Fusion Pada Pengelasan	20
Gambar 2.12 Undercut Pada Pengelasan	21
Gambar 2.13 Patahan Getas Hasil Uji Tarik	23
Gambar 2.14 Patahan Ulet Hasil Uji Tarik	23
Gambar 2.15 Kurva Tegangan-tegangan	24
Gambar 2.16 Standar Penerimaan Uji Tarik ASME IX QW-153	24
Gambar 3.1 Diagram Alir	30
Gambar 3.2 V Kampuh	35
Gambar 3.3 Spesimen Kampuh V36	35
Gambar 3.4 Proses Pengelasan SMAW	36
Gambar 3.5 ukuran Spesimen Uji Tarik	37
Gambar 4.1 Diagram Hasil Uji Kekerasan	40
Gambar 4.2 Diagram Rata-rata Elektroda	46