



**ANALISIS PENGARUH JENIS ELEKTRODA PADA SAMBUNGAN
LAS SMAW PIPA SA 106 GRADE B TERHADAP KEKUATAN
TARIK DAN HASIL RADIOGRAFI**

**TUGAS AKHIR
WISNU SUSANTO
41319210005**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

(2026)



**ANALISIS PENGARUH JENIS ELEKTRODA PADA SAMBUNGAN
LAS SMAW PIPA SA 106 GRADE B TERHADAP KEKUATAN
TARIK DAN HASIL RADIOGRAFI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

WISNU SUSANTO

41319210005

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2026)**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wisnu Susanto
NIM : 41319210005
Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

Analisis Pengaruh Jenis Elektroda pada Sambungan Las SMAW Pipa SA 106 Grade B Terhadap Kekuatan Tarik dan Hasil Radiografi adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Januari 2026



Wisnu Susanto

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Wisnu Susanto
NIM : 41319210005
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Analisis Pengaruh Jenis Elektroda pada Sambungan Las SMAW Pipa SA 106 Grade B Terhadap Kekuatan Tarik dan Hasil Radiografi

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Selasa, 24 Februari 2026 dengan hasil presentase sebesar 27 % dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Februari 2026
Administrator Turnitin,



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Wisnu Susanto
NIM : 41319210005
Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Jenis Elektroda pada Sambungan las SMAW Pipa SA 106 Grade B Terhadap Kekuatan Tarik dan Hasil Radiografi

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 30 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

UNIVERSITAS
MERCUBUANA
Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D.
NIDN/NUPTK: 118690617

Jakarta, 30 Januari 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT
NIDN/NUPTK: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST, MT
NIDN/NUPTK: 0005087502

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Muhamad Fitri, M.Si,P.hd selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Santo dan Yati Selaku Orangtua Penulis yang selalu mendoakan dan memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Keluarga dan sahabat yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman – teman di kampus universitas Mercu Buana yang selalu Memberikan pengalaman dan masukan.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 30 Januari 2026



Wisnu Susanto

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wisnu Susanto
NIM : 41319210005
Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Jenis Elektroda pada Sambungan Las SMAW Pipa SA 106 Grade B Terhadap Kekuatan Tarik dan Hasil Radiografi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Januari 2026

Yang menyatakan,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Wisnu Susanto)

ANALISIS PENGARUH JENIS ELEKTRODA PADA SAMBUNGAN LAS SMAW PIPA SA 106 GRADE B TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN HASIL RADIOGRAFI

WISNU SUSANTO

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jenis elektroda terhadap kualitas sambungan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada pipa SA 106 Grade B ditinjau dari kekuatan tarik dan hasil pengujian radiografi. Variabel bebas yang digunakan adalah jenis elektroda E6013, E7016, dan E7018 dengan diameter 3,2 mm serta variasi arus pengelasan sebesar 80 A, 100 A, dan 120 A. Variabel terikat meliputi nilai kekuatan tarik maksimum dan jenis cacat internal sambungan las. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pembuatan sambungan las sesuai standar ASME, pengujian tarik mengacu pada ASTM E8, serta pengujian radiografi untuk mendeteksi cacat internal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elektroda E7016 dan E7018 menghasilkan kualitas sambungan las terbaik dibandingkan elektroda E6013. Berdasarkan hasil uji radiografi, sambungan las menggunakan elektroda E7016 dan E7018 tidak menunjukkan adanya cacat internal yang signifikan pada seluruh variasi arus pengelasan, sedangkan elektroda E6013 masih menunjukkan cacat berupa porositas, slag inclusion, incomplete penetration, dan incomplete fusion. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa elektroda E7018 menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi, diikuti oleh elektroda E7016, sementara elektroda E6013 menghasilkan nilai kekuatan tarik terendah. Variasi arus pengelasan memengaruhi penetrasi dan kualitas sambungan, di mana arus yang optimal menghasilkan sambungan las dengan sifat mekanik dan kualitas radiografi yang lebih baik. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa elektroda E7016 dan E7018 merupakan elektroda yang paling direkomendasikan untuk pengelasan SMAW pipa SA 106 Grade B, dengan elektroda E7018 memberikan performa mekanik terbaik.

Kata kunci: SMAW, SA 106 Grade B pipe, Elektroda, Kekuatan tarik, Radiografi

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF ELECTRODE TYPE ON SMAW WELDING
JOINTS OF SA 106 GRADE B PIPES ON TENSILE STRENGTH AND
RADIOGRAPHIC RESULTS**

WISNU SUSANTO

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of variations in electrode types on the quality of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) weld joints on SA 106 Grade B pipes in terms of tensile strength and radiographic test results. The independent variables used are the types of electrodes E6013, E7016, and E7018 with a diameter of 3.2 mm and variations in welding currents of 80 A, 100 A, and 120 A. The dependent variables include the maximum tensile strength value and the type of internal defects in the weld joint. The research method used is an experimental method by making weld joints according to ASME standards, tensile testing referring to ASTM E8, and radiographic testing to detect internal defects. The results showed that E7016 and E7018 electrodes produced the best weld joint quality compared to E6013 electrodes. Based on the results of radiographic tests, weld joints using E7016 and E7018 electrodes did not show any significant internal defects in all welding current variations, while E6013 electrodes still showed defects in the form of porosity, slag inclusion, incomplete penetration, and incomplete fusion. The tensile test results showed that the E7018 electrode produced the highest tensile strength value, followed by the E7016 electrode, while the E6013 electrode produced the lowest tensile strength value. Variations in welding current affect the penetration and joint quality, where the optimal current produces a weld joint with better mechanical properties and radiographic quality. Based on these results, it can be concluded that the E7016 and E7018 electrodes are the most recommended electrodes for SMAW welding of SA 106 Grade B pipes, with the E7018 electrode providing the best mechanical performance.

Keywords: SMAW, SA 106 Grade B pipe, electrodes, tensile strength, radiography.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup dan Batas Masalah.....	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Peneliti Terdahulu.....	6
2.2 Pengelasan <i>Welding Process</i>	9
2.3 Klasifikasi Pengelasan.....	9
2.4 Shield Metal Arc Welding SMAW	10
2.4.1 Komponen Komponen Las SMAW	11
2.5 Klasifikasi Elektroda Pada Kawat Las SMAW	13
2.6 Pipa SA 106 Grade B.....	17
2.7 Posisi Pengelasan.....	17
2.8 Cacat Las.....	18
2.8.1 Jenis Jenis Cacat Las.....	19
2.9 Pengujian Hasil Pengelasan.....	25
2.9.1 Uji Tarik.....	25
2.9.2 <i>Radiography Test</i>	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	28

3.1 Diagram Alir.....	28
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.3 Variabel Penelitian.....	34
3.4 Proses Pengelasan.....	35
3.5 Prosedur Uji Radiografi.....	37
3.6 Pembentukan Spesimen Uji Tarik.....	38
3.7 Prosedur Uji Tarik.....	39
3.8 Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil Pengelasan SMAW Pada Pipa SA 106 Grade B.....	40
4.2 Hasil Uji Radiografi.....	43
4.3 Hasil Uji Tarik <i>Tensile Test</i>	47
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peneliti Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 klasifikasi Pengelasan.....	10
Tabel 2.3 Kode Elektroda Menurut AWS.....	13
Tabel 2.4 Klasifikasi Elektroda Pengelasan SMAW menurut AWS A5. 1-69.....	14
Tabel 2.5 <i>Chemical Composition</i> Elektroda E6013.....	15
Tabel 2.6 <i>Chemical Composition</i> Elektroda E7016.....	15
Tabel 2.7 <i>Chemical Composition</i> Elektroda E7018.....	16
Tabel 2.8 Komposisi Pipa SA 106 GRADE B.....	17
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	30
Tabel 3.2 Bahan.....	32
Tabel 3.3 Alat Pelindung Diri (APD).....	33
Tabel 3.7 Penjelasan Dimensi Spesimen.....	38
Tabel 4.1 Hasil Uji Radiografi E6013.....	43
Tabel 4.2 Hasil Uji Radiografi E7016.....	45
Tabel 4.3 Hasil Uji Radiografi E7018.....	45
Tabel 4.4 Hasil Uji Tarik.....	48
Tabel 4.5 Hasil Uji Tarik Sambungan Las SMAW E6013.....	49
Tabel 4.6 Hasil Uji Tarik Sambungan Las SMAW E7016.....	49
Tabel 4.7 Hasil Uji Tarik Sambungan Las SMAW E7018.....	49

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Proses SMAW.....	11
Gambar 2.2 Mesin <i>Las</i> SMAW.....	12
Gambar 2.3 Kabel Massa dan Kabel Elektroda.....	12
Gambar 2.4 Elektroda Las SMAW.....	13
Gambar 2.5 Posisi Pengelasan Pada Pipa.....	18
Gambar 2.6 Cacat Las Porositas.....	19
Gambar 2.7 Cacat Las <i>Incomplete Penetration</i>	20
Gambar 2.8 Cacat Las <i>Undercut</i>	20
Gambar 2.9 Cacat Las <i>Slag Inclusion</i>	21
Gambar 2.10 Cacat Las <i>Lack Of Fusion</i>	22
Gambar 2.11 Cacat Las <i>Over Spatter</i>	23
Gambar 2.12 Cacat Las <i>Hot Crack dan Cold Cracking</i>	24
Gambar 2.13 Kurva Tegangan – Regangan.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	28
Gambar 3.2 Pipa SA 106 GRADE B.....	35
Gambar 3.3 Pemotongan Pipa.....	35
Gambar 3.4 Pipa SA 106 Grade B yang Sudah dipotong.....	36
Gambar 3.5 Proses Pembubutan Pada Pipa.....	36
Gambar 3.6 Pipa SA 106 GRADE B Setelah di Bubut.....	36
Gambar 3.7 Proses Pengelasan SMAW Pada Pipa Sa 106 Grade B Posisi 6 G.....	37
Gambar 3.8 Dimensi Spesimen.....	38
Gambar 3.9 Spesiman Uji Tarik.....	38

Gambar 4.1 Hasil Sambungan Las E6013 Arus 80A.....	40
Gambar 4.2 Hasil Sambungan Las E6013 Arus 100A.....	40
Gambar 4.3 Hasil Sambungan Las E6013 Arus 120A.....	41
Gambar 4.4 Hasil Sambungan Las E7016 Arus 80A.....	41
Gambar 4.5 Hasil Sambungan Las E7016 Arus 100A.....	41
Gambar 4.6 Hasil Sambungan Las E7016 Arus 120A.....	42
Gambar 4.7 Hasil Sambungan Las E7018 Arus 80A.....	42
Gambar 4.8 Hasil Sambungan Las E7018 Arus 100A.....	42
Gambar 4.9 Hasil Sambungan Las E7018 Arus 120A.....	43
Gambar 4.10 Grafik Kekuatan Tarik Sambungan las SMAW E6013.....	50
Gambar 4.11 Grafik Kekuatan Tarik Sambungan las SMAW E7016.....	50
Gambar 4.12 Grafik Kekuatan Tarik Sambungan las SMAW E7018.....	51

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Bukti Revisi Tugas Akhir	57
--	----

