

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH ARUS PENGELASAN
TERHADAP KEKUATAN TARIK LAS SMAW
DENGAN ELEKTRODA E7018
MENGUNAKAN BAJA AISI 1020**



Oleh :

Muhammad Hafizh Ardi Nugroho
21036010078

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

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN
TARIK LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E7018 MENGGUNAKAN BAJA
AISI 1020**

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata Satu dan
Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Oleh :

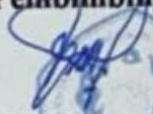
Nama : Muhammad Hafizh Ardi Nugroho
NPM : 21036010078
Konsentrasi : Manufaktur

Telah diuji dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Pada Hari Kamis, 09 Juli 2026
Telah disahkan oleh:

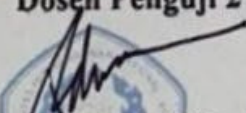
Dosen Penguji 1


Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., M.T.
NIP. 199101142025062005

Dosen Pembimbing


Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

Dosen Penguji 2


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

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin


Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 19640611 199203 2 001

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


Prof. Dr. Dra. Jarivah, 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:

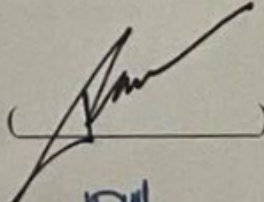
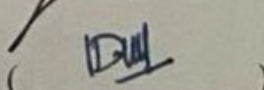
Nama : Muhammad Hafizh Ardi Nugroho
NPM : 21036010078
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang Seminar Hasil : 09 Juli 2026

Telah mengerjakan revisi SKRIPSI /TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode IV, TA .2025/2026.

Dengan judul : Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Las SMAW Dengan Elektroda E7018 Menggunakan Baja AISI 1020

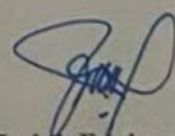
Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Ndaru Advono, S. Si., M.T
NIP. 19900125 202406 1 001
2. Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., MT.
NIP. 19910114 202506 2 005

()
()

Surabaya, 09 Juli 2026

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

()
Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

Catatan: *) coret yang tidak perlu

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hafizh Ardi Nugroho
NPM : 21036010078
Fakultas/Program Studi : Teknik dan Sains / Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS PENGARUH ARUS PENGELASAN
TERHADAP KEKUATAN TARIK LAS SMAW
DENGAN ELEKTRODA E7018 MENGGUNAKAN
BAJA AISI 1020

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Hasil karya saya ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan mencantumkan dalam daftar Pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 7 Juli 2026

Yang menyatakan,


METERAI
TEMPEL
2D748AKX402990958

Muhammad Hafizh Ardi Nugroho
NPM. 21036010078

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis hanturkan kepada Allah SWT atas segala berkah dan karunianya penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Las SMAW Dengan Elektroda E7018 Menggunakana Baja AISI 1020”.

Penulis sadari bahwa dalam menyelesaikan laporan magang ini banyak pihak yang telah membantu memberi bimbingan, arahan, dan doa yang akann selalu penulis kenang dan syukuri. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. T. Luluk Edahwati, M.T. selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur serta selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ndaru Adyono, S.Si., M.T. dan Ibu Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., M.T. selaku Dosen Penguji I dan II penulis.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan, doa, dan motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan tugasnya.
5. Bapak dan Ibu dosen Program Studi S1 Teknik Mesin UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu.
6. Thu Khoiron Bana selaku *partner* bisnis yang telah menemani, membantu, dan memberikan dukungan *financial* sejak 2022 hingga skripsi ini selesai.
7. Teman-teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doa.

Penulis

(Muhammad Hafizh Ardi Nugroho)

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap sifat mekanik, struktur makro, dan struktur mikro sambungan baja AISI 1020 menggunakan elektroda E7018. Variasi arus 70 A, 90 A, dan 110 A diterapkan pada pelat ketebalan 10 mm dan 12 mm dengan rancangan faktorial 3×2 dan tiga pengulangan, sehingga diperoleh 18 spesimen. Pengujian tarik mengacu pada ASTM E8/E8M untuk menentukan *Ultimate Tensile Strength* (UTS), *yield strength*, modulus elastisitas efektif, dan ketangguhan *equivalent*. Data dianalisis menggunakan *Two-Way ANOVA* pada taraf signifikansi 5%. UTS tertinggi diperoleh pada arus 110 A, yaitu 344,13 MPa untuk ketebalan 10 mm dan 327,07 MPa untuk ketebalan 12 mm. *Yield strength* tertinggi sebesar 324,94 MPa diperoleh pada 110 A–10 mm, sedangkan pada ketebalan 12 mm nilai tertinggi sebesar 286,13 MPa diperoleh pada 90 A. Modulus elastisitas efektif tertinggi sebesar 6,78 GPa diperoleh pada 90 A–10 mm, sedangkan ketangguhan ekuivalen tertinggi sebesar 22,63 MJ/m³ diperoleh pada 90 A–12 mm. ANOVA menunjukkan bahwa arus berpengaruh signifikan terhadap UTS dan *yield strength*, sedangkan ketebalan berpengaruh signifikan terhadap modulus elastisitas efektif dan ketangguhan ekuivalen; interaksi arus–ketebalan tidak signifikan pada seluruh parameter. Pengamatan makro menunjukkan arus 70 A menghasilkan patahan kurang seragam, 90 A menghasilkan sambungan lebih stabil, dan 110 A meningkatkan kekuatan tetapi memberi pengaruh termal lebih besar pada HAZ. Struktur mikro menunjukkan perubahan distribusi ferit dan perlit pada *base metal*, HAZ, dan *weld metal*.

Kata kunci: baja AISI 1020, SMAW, arus pengelasan, elektroda E7018, uji tarik, ketangguhan, struktur mikro.

ABSTRACT

This study analyzed the effect of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) current variations on the mechanical properties, macrostructure, and microstructure of AISI 1020 welded joints produced with E7018 electrodes. Welding currents of 70 A, 90 A, and 110 A were applied to 10 mm and 12 mm thick plates. A 3×2 factorial design with three replications produced 18 specimens. Tensile testing was conducted in accordance with ASTM E8/E8M to determine Ultimate Tensile Strength (UTS), yield strength, effective elastic modulus, and equivalent toughness. The data were analyzed using two-way ANOVA at a 5% significance level. The highest UTS values were obtained at 110 A, reaching 344.13 MPa for the 10 mm specimens and 327.07 MPa for the 12 mm specimens. The highest yield strength was 324.94 MPa at 110 A–10 mm, while the highest value for the 12 mm specimens was 286.13 MPa at 90 A. The highest effective elastic modulus, 6.78 GPa, was obtained at 90 A–10 mm, whereas the highest equivalent toughness, 22.63 MJ/m³, was obtained at 90 A–12 mm. ANOVA showed that welding current significantly affected UTS and yield strength, while thickness significantly affected effective elastic modulus and equivalent toughness; the current–thickness interaction was not significant for any parameter. Macrostructural observations showed that 70 A produced less uniform fractures, 90 A produced more stable joints, and 110 A increased strength but indicated a greater thermal effect on the HAZ. Microstructural observations revealed changes in ferrite and pearlite distribution within the base metal, HAZ, and weld metal.

Keywords: *AISI 1020 steel, SMAW, welding current, E7018 electrode, tensile test, toughness, microstructure.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR BEBAS REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Umum	5
2.2 Las SMAW (<i>Shield Metal Arc Welding</i>)	7
2.3 Baja AISI 1020.....	8
2.4 Elektroda Terbungkus	9
2.5 Besar Arus Listrik Terhadap Baja AISI 1020.....	11
2.6 Struktur Mikro Daerah Las-Lasan	12
2.7 Diagram CCT (<i>Continous Cooling Transformation</i>).....	13
2.8 <i>Heat Input</i>	14
2.9 Landasan Teori.....	15
2.9.1 Pengelasan.....	15
2.9.2 Kampuh V	16
2.9.3 Pengujian Tarik Pada Baja AISI 1020	16
2.9.4 Pengelasan SMAW (<i>Shield Metal Arc Welding</i>)	21
2.10 Hipotesa	21

BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.1.2 Waktu Penelitian.....	22
3.2 Instrumen Penelitian	23
3.2.1 Langkah-Langkah Penelitian.....	26
3.3 Variabel Penelitian	32
3.3.1 Variabel Bebas.....	32
3.3.2 Variabel Terikat	32
3.3.3 Variabel Terkontrol.....	32
3.4 Teknik Analisis Data	32
3.4.1 Teknik Pengambilan Data	33
3.4.2 Teknik Analisis Data	36
3.5 Diagram Alir Penelitian	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Analisis Sifat Mekanik Sambungan Las SMAW pada Pengujian Tarik	38
4.1.1 Hasil <i>Ultimate Tensile Strenght</i> (UTS).....	38
4.1. Hasil Pengujian Kekuatan Luluh (<i>Yield Strength</i>).....	42
4.1.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (<i>Modulus Young</i>)	46
4.1.4 Hasil Pengujian Ketangguhan (<i>Toughness</i>).....	49
4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Tarik.....	52
4.3 Hasil Foto Struktur Makro	54
4.3.1 Struktur Makro pada Arus 70 A Ketebalan 10 & 12 mm	54
4.3.2 Struktur Makro pada Arus 90 A Ketebalan 10 & 12 mm	56
4.3.3 Struktur Makro pada Arus 110 A	57
4.4 Hasil Foto Struktur Mikro.....	59
4.4.1 Struktur Mikro pada Arus 70 A	60
4.4.2 Struktur Mikro pada Arus 90 A	61
4.4.3 Struktur Mikro pada Arus 110 A	63
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69

LAMPIRAN	73
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Dasar Pengelasan SMAW.....	8
Gambar 2.2 Elektroda E7018	9
Gambar 2.3 Struktur Mikro Daerah Las-Lasan	12
Gambar 2.4 Kurva Diagram CCT (<i>Continuous Cooling Transformation</i>).....	14
Gambar 2.5 Kampuh V	16
Gambar 2.6 Gambar Singkat Uji Tarik.....	17
Gambar 2.7 Kurva Tegangan-Regangan.....	20
Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik <i>Hydrolic Servo Pulser</i>	26
Gambar 3.2 Kampuh V Terbuka.....	28
Gambar 3.3 Gambar Spesimen Pengujian Tarik Standar ASTM E8	29
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Arus Pengelasan terhadap UTS Ketebalan 10 & 12 mm	40
Gambar 4.2 Sketsa Morfologi Patahan Tarik pada Variasi Arus Pengelasan	42
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Arus Pengelasan terhadap <i>Yield Strength</i> Ketebalan 10 & 12 mm.....	44
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Arus Pengelasan terhadap <i>Modulus Young</i> 10 & 12 mm	47
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Arus Pengelasan terhadap <i>Toughness</i> Ketebalan 10 & 12 mm.....	50
Gambar 4.6 Sketsa Perbandingan Deformasi Plastis pada Spesimen dengan <i>Toughness</i> Rendah dan <i>Toughness</i> Tinggi.....	52
Gambar 4.7 Foto Makro Arus 70 A Ketebalan 10 mm.....	55
Gambar 4.8 Foto Makro Arus 70 A Ketebalan 12 mm.....	55
Gambar 4.9 Foto Makro Arus 90 A Ketebalan 10 mm.....	56
Gambar 4.10 Foto Makro Arus 90 A Ketebalan 12 mm.....	57
Gambar 4.11 Foto Makro Arus 110 A Ketebalan 10 mm	58
Gambar 4.12 Foto Makro Arus 110 A Ketebalan 12 mm	59
Gambar 4.13 Hasil Struktur Mikro pada Arus 70A Ketebalan 10 mm dan 12 mm.....	60
Gambar 4.14 Hasil Struktur Mikro Pada Arus 90A dengan 10 mm dan 12 mm	62
Gambar 4.15 Hasil Struktur Mikro Pada Arus 110A dengan 10 mm dan 12 mm	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi baja AISI 1020.....	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Arus Menurut Tipe Elektroda.....	11
Tabel 3.1 Kegiatan Penelitian.....	23
Tabel 3.2 Spesifikasi Baja AISI 1020	23
Tabel 3.3 Spesifikasi Elektroda E7018.....	24
Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin Las SMAW	24
Tabel 3.5 Spesifikasi Mesin Uji Tarik <i>Hydrolic Servo Pulser</i>	25
Tabel 3.6 Spesifikasi Mikroskop	26
Tabel 3.7 Ukuran Spesimen 1 Uji Tarik	29
Tabel 3.8 Ukuran Spesimen 2 Uji Tarik	30
Tabel 3.9 Teknik Pengambilan Data Pengujian untuk Kekuatan Tarik Maksimal	33
Tabel 3.10 Teknik Pengambilan Data Pengujian untuk Kekuatan Luluh.....	34
Tabel 3.11 Teknik Pengambilan Data Pengujian untuk Modulus Elastisitas.....	35
Tabel 3.12 Teknik Pengambilan Data Pengujian untuk nilai Ketangguhan	36
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian UTS dan Standar Deviasi.....	39
Tabel 4.2 Hasil <i>Two-Way</i> ANOVA <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS).....	41
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kekuatan Luluh (<i>Yield Strength</i>) dan Standar Deviasi	43
Tabel 4.4 Hasil <i>Two-Way</i> ANOVA Kekuatan Luluh (<i>Yield Strength</i>).....	45
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (<i>Modulus Young</i>) dan Standar Deviasi	46
Tabel 4.6 Hasil <i>Two-Way</i> ANOVA Modulus Elastisitas (<i>Modulus Young</i>).....	48
Tabel 4.7 Hasil Nilai Ketangguhan <i>Equivalent</i> (<i>Toughness</i>) dan Standar Deviasi.....	49
Tabel 4. 8 Hasil <i>Two-Way</i> ANOVA Ketangguhan <i>Equivalent</i> (<i>Toughness</i>).....	51
Tabel 4.9 Rekapitulasi Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi Seluruh Parameter Pengujian	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat Material Baja AISI 1020	73
Lampiran 2. Hasil Las-Lasan.....	74
Lampiran 3. Hasil <i>Threshold</i>	74
Lampiran 4. Foto Struktur Makro.....	77
Lampiran 5. Tabel Hasil Perhitungan Pengujian Tarik (<i>Tensile Test</i>).....	83
Lampiran 6. Hasil Perhitungan <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS)	84
Lampiran 7. Perhitungan Kekuatan Tarik Maksimal/ <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS). 84	
Lampiran 8. Tabel Hasil Perhitungan Kekuatan Luluh/ <i>Yield Strength</i> (YS)	85
Lampiran 9. Perhitungan Kekuatan Luluh/ <i>Yield Strength</i> (YS)	85
Lampiran 10. Hasil Perhitungan Modulus Elastis/ <i>Modulus Young</i> (MY)	86
Lampiran 11. Perhitungan Modulus Elastisitas/ <i>Modulus Young</i> (MY)	86
Lampiran 12. Tabel Hasil Perhitungan Ketangguhan <i>Equivalent</i> (<i>Toughness</i>)	87
Lampiran 13. Perhitungan Ketangguhan <i>Equivalent</i> (<i>Toughness</i>)	87
Lampiran 14. Data Mentah.....	89
Lampiran 15. Biodata Mahasiswa	107