



**ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL
PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING* (FCAW)
PADA *WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING*
(WAAM)**

SKRIPSI

ROBERKAT LEONARDO NEVADA

2110311091

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026



**ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL
PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING* (FCAW)
PADA *WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING*
(WAAM)**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

ROBERKAT LEONARDO NEVADA

2110311091

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Roberkat Leonardo Nevada
NIM : 2110311091
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL
PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING* (FCAW)
PADA *WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING*
(WAAM)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Nicky Yongki Mandalan S.T., MT., MM.

Penguji Utama

M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T., M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik

Armansyah, S.T., M.Sc., M.Sc., Ph.D.

Penguji III (Pembimbing)

Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 7 Januari 2026

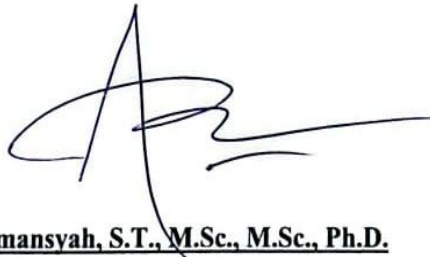
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Roberkat Leonardo Nevada
NIM : 2110311091
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL
PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING* (FCAW)
PADA *WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING*
(WAAM)

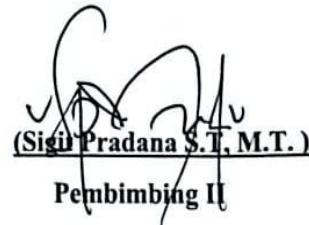
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



(Ir. Armansyah, S.T., M.Sc., M.Sc., Ph.D.)

Pembimbing I



(Sigit Pradana S.T., M.T.)

Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skrispsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Roberkat Leonardo Nevada

NIM : 2110311091

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Bilamana dekemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 7 Januari 2026

Yang menyatakan,



Roberkat Leonardo Nevada

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini

Nama : Roberkat Leonardo Nevada

NIM : 2110311091

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Ekclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN FLUX CORE ARC WELDING (FCAW) PADA WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING (WAAM)”

Beserta perangkat yang ada (Jika diperlukan) dengan hak bebas royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi/PKL saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 7 Januari 2026

Yang menyatakan,



Roberkat Leonardo Nevada

ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING (FCAW) PADA WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING (WAAM)*

Roberkat Leonardo Nevada

Abstrak

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) merupakan teknologi manufaktur aditif berbasis pengelasan yang memungkinkan pembuatan komponen logam berukuran besar secara efisien dengan biaya relatif rendah dan fleksibilitas desain yang tinggi. Salah satu proses pengelasan yang berpotensi diterapkan pada WAAM adalah *Flux Core Arc Welding (FCAW)* karena memiliki laju deposisi yang tinggi serta stabilitas busur yang baik. Namun, variasi parameter proses, khususnya kecepatan pengelasan, dapat memengaruhi kualitas deposisi, ikatan antar-lapisan, serta sifat mekanik material yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan pengelasan FCAW terhadap kekuatan tarik hasil proses WAAM pada material stainless steel SS308. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan variasi kecepatan pengelasan sebesar 2,5 mm/s, 3,0 mm/s, dan 3,5 mm/s, sementara parameter pengelasan lainnya dijaga konstan. Spesimen hasil deposisi kemudian dibuat menjadi benda uji dan dilakukan pengujian tarik untuk memperoleh nilai *Yield Strength (YS)*, *Ultimate Tensile Strength (UTS)*, serta regangan hingga patah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengelasan berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik hasil WAAM, di mana kecepatan 2,5 mm/s menghasilkan nilai UTS dan YS tertinggi, sedangkan peningkatan kecepatan pengelasan menyebabkan penurunan kekuatan tarik akibat kurang optimalnya fusi antar-lapisan..

Kata kunci : *Wire Arc Additive Manufacturing, Flux-Cored Arc Welding, kecepatan pengelasan, uji tarik, stainless steel 308, kualitas sambungan.*

ANALYSIS OF TENSILE STRENGTH OF FLUX-CORED ARC WELDING (FCAW) JOINTS IN WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING (WAAM)

Roberkat Leonardo Nevada

Abstract

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) is a metal-based additive manufacturing technology that enables the fabrication of large-scale components with high efficiency, relatively low cost, and flexible design capability. One welding process that can be applied in WAAM is Flux Cored Arc Welding (FCAW), which offers a high deposition rate and stable arc characteristics. However, variations in process parameters, particularly welding travel speed, can significantly affect deposition quality, interlayer bonding, and the resulting mechanical properties. This study aims to analyze the effect of FCAW welding travel speed on the tensile properties of WAAM-fabricated stainless steel SS308. An experimental method was employed by varying the welding travel speed at 2.5 mm/s, 3.0 mm/s, and 3.5 mm/s, while other welding parameters were kept constant. The deposited materials were machined into tensile test specimens and subjected to tensile testing to determine the Yield Strength (YS), Ultimate Tensile Strength (UTS), and elongation to fracture. The results indicate that welding travel speed has a significant influence on the mechanical properties of WAAM products. The lowest travel speed of 2.5 mm/s produced the highest UTS and YS values, indicating improved interlayer fusion and more stable heat input. In contrast, increasing the welding travel speed resulted in a decrease in tensile strength due to insufficient fusion between deposited layers.

Keywords : *Wire Arc Additive Manufacturing, Flux-Cored Arc Welding, welding speed, tensile test, stainless steel 308, weld quality.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan berkatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi berjudul “ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING* (FCAW) PADA *WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING* (WAAM)”. Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Orang tua, Abang, Adik, dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan serta memberikan semangat kepada penulis.
2. Bapak Ir. Armansyah, S.T., M.Sc., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi
3. Bapak Sigit Pradana S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku kaprodi S1 Teknik Mesin yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan problematika akademik di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
5. Dosen-dosen yang sudah mengajar dan memberikan ilmu kepada penulis selama berkuliah di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
6. Bangto, Danenew, Teesh, Pajar, Embih, Ohkin, Udin, Biton, dan teman teman OPTIMIS 2021 lainnya yang selalu memberi dukungan serta bimbingan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Sultang, Rastuy, Cikok dan Gile selaku kerabat sejak SMA yang selalu memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Elo, Lukih, Eneztah dan teman-teman rumah lainnya yang menemani penulis untuk berkeluh kesah selama proses penyelesaian skripsi.
9. Pak Nendi Awaliansah Selaku pembimbing penulis di PT. Meshitech Mitra Purnabangun.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengelasan.....	4
2.2 <i>Flux Core Arc Welding</i> (FCAW)	4
2.3 <i>Wire Arc Additive Manufacturing</i> (WAAM)	8
2.4 Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>)	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir	13
3.2 Persiapan Laboratorium	14
3.3 Proses FCAW pada <i>Wire Arc Additive Manufacturing</i> (WAAM)	15
3.4 Memenuhi persyaratan WAAM dan <i>Destructive Test</i>	15
3.5 Alat dan Bahan.....	16
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Proses FCAW pada <i>Wire Arc Additive Manufacturing</i> (WAAM)	23
4.1.1 Persiapan <i>software</i>	23

4.1.2	Proses Pengelasan	23
4.1.3	Hasil Pengelasan	24
4.2	Spesimen Uji Tarik Hasil <i>Wire Arc Additive Manufacturing</i> (WAAM)	26
4.3	Hasil Uji Tarik.....	29
4.4	Penjelasan	34
BAB 5 KESIMPULAN		35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		
RIYAWAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komposisi kimia wire SS 308	18
Tabel 3. 2 Komposisi kimia wire SS 400	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme pengelasan FCAW (Pratama, Budiarto and Jokosisworo, 2019)	5
Gambar 2. 2 Elektroda pada FCAW (Syahroni and Hadiwidodo, 2018b).....	5
Gambar 2. 3 Klasifikasi elektroda pada FCAW (Syahroni and Hadiwidodo, 2018b)	6
Gambar 2. 4 Rentang arus listrik pada kawat FCAW sumber: dokumentasi penulis	7
Gambar 2. 5 Wire Additive Arc Manufacturing (Shah et al., 2023).....	8
Gambar 2. 6 Contoh WAAM dengan FCAW (Jatmoko Awali, no date)	9
Gambar 2. 7 Skema pembuatan WAAM (Shah et al., 2023).....	10
Gambar 2. 8 Pengujian tarik (Roy and Rajesh, 2023)	11
Gambar 2. 9 Grafik tegangan renggangan (Dieter, 1961)	12
Gambar 3. 1 Dimensi ISO 6892 (Gatões et al., 2022)	14
Gambar 3. 2 Mesin uji tarik.....	16
Gambar 3. 3 Wire SS 308	17
Gambar 3. 4 Gas co2	18
Gambar 3. 5 Base plate.....	19
Gambar 3. 6 Ragum.....	20
Gambar 3. 7 Gerinda tangan.....	21
Gambar 3. 8 CNC router	22
Gambar 4. 1 Mach 3	23
Gambar 4. 2 Proses pengelasan	24
Gambar 4. 3 Hasil WAAM	25
Gambar 4. 4 Hasil kecepatan 2,5 mm/s.....	26
Gambar 4. 5 Hasil kecepatan 3 mm/s	27
Gambar 4. 6 Hasil kecepatan 3,5 mm/s.....	28
Gambar 4. 7 Scatter plot variasi 2,5 mm/s	29
Gambar 4. 8 Scatter plot variasi 3 mm/s	30
Gambar 4. 9 Scatter plot variasi 3,5 mm/s	31
Gambar 4 10 Scatter plot Ultimate Tensile Strength tertinggi.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** V25 01
- Lampiran 2** V25 02
- Lampiran 3** V25 03
- Lampiran 4** V30 01
- Lampiran 5** V30 02
- Lampiran 6** V30 03
- Lampiran 7** V35 01
- Lampiran 8** V35 02
- Lampiran 9** V35 03
- Lampiran 10** Pengujian tarik
- Lampiran 11** Pengujian tarik
- Lampiran 12** Setelah pengujian tarik
- Lampiran 13** Setelah pengujian tarik