

**ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS MIG GERAK
HORIZONTAL BERBASIS ESP32 TERHADAP VARIASI
KECEPATAN DAN KETEBALAN MATERIAL**

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

Oleh:

**Raihan Aditya Dharma
NPM. 062240212074**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**STRENGTH ANALYSIS OF HORIZONTAL MOTION
MIGWELDING JOINTS BASED ON ESP32 AGAINST
VARIATIONS IN MATERIAL SPEED AND THICKNESS**

THESIS



**Submitted to Comply with Terms of Study Completion in Mechanical
Engineering Production and Maintenance Study Program Department of
Mechanical Engineering**

By:

**Raihan Aditya Dharma
NPM. 062240212074**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
202**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS MIG GERAK HORIZONTAL BERBASIS ESP32 TERHADAP VARIASI KECEPATAN DAN KETEBALAN MATERIAL



SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proposal Skripsi
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan

Dosen Pembimbing Utama,

Palembang, 2026
Menyetujui,
Dosen Pembimbing Pendamping,


Ir. Ahmad Zamheri, S.T., M.T.
NIP. 196712251997021001


Ir. Ahmad Imam Rifa'i, S.T., M.T.
NIP. 199408142022031010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Raihan Aditya Dharma
NPM : 062240212074
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS MIG GERAK HORIZONTAL BERBASIS ESP32 TERHADAP VARIASI KECEPATAN DAN KETEBALAN MATERIAL**

• Telah selesai diuji dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan di hadapan Tim Dosen Penguji pada tanggal 1 juli 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM DOSEN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T. NIP. 197202201998022001	Ketua		10/9-2026
2.	Dr. Ir. Baiti Hidayati, S.T., M.T., IPP. NIP. 199207062022032011	Anggota		05/8
3.	Ir. Ahmad Imam Rifa'i, S.T., M.T. NIP. 199408142022031010	Anggota		10/2026 /9

Palembang, 2026
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raihan Aditya Dharma
NPM : 062240212074
Tempat/Tanggal lahir : Prabumulih/ 01 Maret 2004
Alamat : Jl. Mataram RT04/RW02 Kel. Prabujaya, Kec. Prabumulih Timur
No. Telepon : 089501491449
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS MIG GERAK HORIZONTAL BERBASIS ESP32 TERHADAP VARIASI KECEPATAN DAN KETEBALAN MATERIAL**

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan **bukan hasil penjiplakan/plagiat**. Apabila di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat di dalam Skripsi yang saya buat, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang,

2026



Raihan Aditya Dharma
NPM. 062240212074

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Raihan Aditya Dharma
NPM : 062240212074
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D – IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS MIG GERAL HORIZONTAL BERBASIS ESP32 TERHADAP VARIASI KECEPATAN DAN KETEBALAN MATERIAL**

Memberi izin kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing dalam mempublikasi riset dari hasil Tugas Akhir/ Skripsi saya dengan tujuan kepentingan akademik jika dalam kurun waktu 6 (enam) bulan setelah Yudisium saya tidak juga mempublikasikan karya ilmiah saya (setidaknya menerima bukti *Letter of Acceptance* dari Jurnal yang dituju). Untuk kasus ini saya bersedia menempatkan Dosen Pembimbing untuk menjadi penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang,

2026



Raihan Aditya Dharma
NPM. 062240212074

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Rasa sakit, kecewa semua aku alihkan dalam belajar dan pendidikanku sehingga tidak ada celah untuk aku bersedih dan memikirkan semua itu, disini lain aku selalu yakin bahwa aku bisa dan sampai saat ini Allah memberiku jalan yang terbaik bahkan jauh lebih baik dari yang aku kira, semua itu karena aku yakin”.

(Raihan Aditya Dharma)

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda dan Ibunda, ketulusannya dari hati atas do’a yang tak pernah putus, semangat yang tak ternilai. serta untuk orang – orang terdekatku yang tersayang, dan untuk almamater biru muda kebanggaanku.

ABSTRAK

ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS MIG GERAK HORIZONTAL BERBASIS ESP32 TERHADAP VARIASI ARUS DAN JENIS MATERIAL

Raihan Aditya Dharma

(2026 + xvi + 86 Halaman, 14 Gambar, 9 Tabel, 7 Lampiran)

Pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan salah satu metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri karena mampu menghasilkan sambungan dengan kekuatan mekanik tinggi. Kualitas sambungan las sangat dipengaruhi oleh parameter proses seperti kecepatan pengelasan dan ketebalan material, yang menentukan besarnya masukan panas (*heat input*) yang diterima material. Dalam praktik manual, kestabilan kecepatan gerak *torch* sering dipengaruhi oleh faktor operator sehingga berdampak pada konsistensi hasil las. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan pengelasan dan ketebalan material terhadap kekuatan tarik sambungan las MIG menggunakan sistem gerak horizontal berbasis ESP32 yang dirancang untuk menjaga kestabilan kecepatan *torch* secara otomatis. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif pada material baja SS400 dengan variasi kecepatan pengelasan 4 mm/s, 6 mm/s, dan 8 mm/s, serta variasi ketebalan material 2 mm, 3 mm, dan 4 mm, sementara arus (90 A) dan tegangan (19 V) dijaga konstan. Pengujian kekuatan sambungan dilakukan dengan uji tarik mengacu pada standar ASTM E8, dan data dianalisis menggunakan ANOVA dua faktor tanpa replikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengelasan 6 mm/s menghasilkan nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) tertinggi pada setiap variasi ketebalan, sedangkan peningkatan ketebalan material cenderung meningkatkan nilai UTS. Kombinasi parameter terbaik diperoleh pada kecepatan 6 mm/s dengan ketebalan 4 mm, menghasilkan UTS sebesar 472,6 MPa, yang berada dalam rentang standar SS400 (400–510 MPa). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa kedua faktor, kecepatan pengelasan dan ketebalan material, berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las ($P\text{-value} < 0,05$). Penelitian ini membuktikan bahwa sistem kontrol gerak horizontal berbasis ESP32 efektif dalam menjaga konsistensi kecepatan pengelasan sehingga pengaruh variasi parameter dapat dianalisis secara lebih objektif dan akurat.

Kata Kunci: ANOVA, Baja SS400, ESP32, *Heat Input*, Kecepatan Pengelasan, Kekuatan Tarik, Ketebalan Material, Las MIG

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE STRENGTH OF MIG WELDED JOINTS WITH ESP32 BASED HORIZONTAL MOTION ON CURRENT VARIATIONS AND MATERIAL TYPES.

Raihan Aditya Dharma

(2026 + xvi + 86 Page, 14 Figures, 9 Tables, 7 Attachments)

MIG (*Metal Inert Gas*) welding is widely used in industry for producing joints with high mechanical strength. Joint quality is strongly influenced by process parameters such as welding speed and material thickness, which determine the heat input received by the material. In manual practice, torch travel speed stability is often affected by operator factors, impacting weld consistency. This study analyzes the effect of welding speed and material thickness variations on the tensile strength of MIG welded joints using an ESP32-based horizontal motion system designed to maintain constant torch speed. An experimental quantitative method was applied to SS400 steel with welding speed variations of 4 mm/s, 6 mm/s, and 8 mm/s, and thickness variations of 2 mm, 3 mm, and 4 mm, while current (90 A) and voltage (19 V) were kept constant. Joint strength was evaluated through tensile testing based on ASTM E8, and data were analyzed using two-factor ANOVA without replication. Results show that a welding speed of 6 mm/s produced the highest Ultimate Tensile Strength (UTS) across all thickness variations, while increasing thickness tended to increase UTS. The best parameter combination was found at 6 mm/s speed and 4 mm thickness, yielding a UTS of 472.6 MPa, within the SS400 standard range (400–510 MPa). ANOVA results confirmed that both welding speed and material thickness significantly affect tensile strength ($P\text{-value} < 0.05$). This study demonstrates that the ESP32-based horizontal motion control system effectively maintains welding speed consistency, allowing the effects of parameter variations to be analyzed more objectively and accurately.

Keywords : ANOVA, ESP32, Heat Input, Material Thickness, MIG Welding, SS400 Steel, Tensile Strength, Welding Speed

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini tepat pada waktunya. Adapun terwujudnya Skripsi ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan dan penyelesaian Skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orangtuaku, Ayahku dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada anaknya tercinta ini.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Hj. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Ahmad Zamheri, S.T., M.T., sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
7. Bapak Ir. Ahmad Imam Rifa'i, S.T., M. T., sebagai Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan penulis menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
8. Sahabat – sahabatku, yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.
9. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 8PPC yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
10. Teman – teman seangkatan 2022 Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
11. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu di dalam Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan Skripsi ini. Penulis secara terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar ke depannya penulis dapat membuat laporan penelitian yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan Ridha dari Allah SWT, Amin ... Yaa Rabbal'alamin.

Palembang, Juli 2026
Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Landasan Teori Pengelasan	6
2.1.1 Definisi dan Prinsip Kerja Pengelasam MIG	6
2.1.2 Parameter Utama dalam Pengelasan MIG	7
2.1.3 Kelebihan dan Keterbatasan Pengelasan MIG	9
2.2. Sambungan Las dan Kampuh Pengelasan	10
2.2.1 Jenis Sambungan Las	11
2.3 Material Baja SS400.....	13
2.4 Metode Pengujian Kekuatan Sambungan Las	14
2.4.1 Pengujian Tarik (<i>Tensile Test</i>).....	14
2.4.2 Spesimen Pengujian.....	16
2.4.3 Karakteristik Patahan (<i>Fracture</i>).....	17
2.5. Sistem Gerak Horizontal Berbasis Arduino	17
2.5.1 Prinsip Kerja Mikrokontroler ESP32 dalam Sistem Kontrol.....	17
2.5.2 Indikator Kinerja dan Peran Sistem Gerak Horizontal Sebagai Variabel Kontrol	18
2.5.3 Prinsip Kerja Motor PG36 <i>Encoder</i>	19
2.5.4 Prinsip Kerja Motor <i>Driver</i>	20

2.6 Kajian Pustaka	21
2.6.1 Tabel Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Metode Penelitian	25
3.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian	25
3.3 Diagram Alir	26
3.4 Alat dan Bahan	27
3.5 Objek Penelitian	28
3.6 Gambar Alat Bantu Penelitian	29
3.7 Metode Pengambilan Data	29
3.7.1 Parameter Pengujian.....	30
3.7.2 Variabel Pengujian	30
3.7.3 Metode Analisis Data	31
3.7.4 Metode Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Pengujian.....	35
4.1.1 Hasil Spesimen Pengujian	36
4.2 Grafik Stress-Strain	37
4.2.1 Grafik Stress-Strain Spesimen 2 mm	37
4.2.2 Grafik Stress-Strain Spesimen 3 mm	38
4.2.3 Grafik Stress-Strain Spesimen 4 mm	39
4.3 Perhitungan	40
4.3.1 Perhitungan Kecepatan Pengelasan.....	40
4.3.2 Perhitungan Tegangan Tarik	41
4.3.3 Perhitungan Regangan.....	43
4.3.4 Perhitungan <i>Heat Input</i>	45
4.4 Pengaruh Variasi Kecepatan terhadap kekuatan tarik	46
4.5 Pengaruh Variasi Ketebalan terhadap Kekuatan Tarik	49
4.6 Pengaruh Kombinasi Kecepatan dan Ketebalan	51
4.7 Perbandingan Hasil n Penelitian dengan Standar SS400	52
4.8 Perhitungan ANOVA	53
4.8.1 Hasil Analisis ANOVA	53
4.8.2 Pembahasan Hasil ANOVA	34
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Porositas	8
Gambar 2.2 Sambungan <i>Butt Joint</i>	11
Gambar 2.3 Sambungan <i>Lap Joint</i>	11
Gambar 2.4 Sambungan <i>Tee Joint</i>	12
Gambar 2.5 Sambungan <i>Corner Joint</i>	12
Gambar 2.6 Sambungan <i>Edge Joint</i>	13
Gambar 2.7 Plat Material SS400	14
Gambar 2.8 ESP32	18
Gambar 2.9 Motor PG36 <i>Encoder</i>	20
Gambar 2.10 <i>Driver</i> Motor	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Standar <i>Speciment</i> AESTM 8	28
Gambar 3.3 <i>Welding Carriage</i> Linear	29
Gambar 3.4 Kampuh V Tunggal	31
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan	36
Gambar 4.2 Sample Uji Tarik	37
Gambar 4.3 Grafik Uji Tarik Kecepatan 4 mm/s	37
Gambar 4.4 Grafik Uji Tarik Kecepatan 6 mm/s	37
Gambar 4.5 Grafik Uji Tarik Kecepatan 8 mm/s	38
Gambar 4.6 Grafik Uji Tarik Kecepatan 4 mm/s	38
Gambar 4.7 Grafik Uji Tarik Kecepatan 6 mm/s	38
Gambar 4.8 Grafik Uji Tarik Kecepatan 8 mm/s	39
Gambar 4.9 Grafik Uji Tarik Kecepatan 4 mm/s	39
Gambar 4.10 Grafik Uji Tarik Kecepatan 6 mm/s	39
Gambar 4.11 Grafik Uji Tarik Kecepatan 8 mm/s	40
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Ultimate Tensile Strength (UTS) terhadap Variasi Kecepatan Pengelasan	48
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Ultimate Tensile Strength (UTS) terhadap Variasi Ketebalan Material	49
Gambar 4.14 Pengaruh Kombinasi Kecepatan dan Ketebalan terhadap <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS)	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tabel Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3.1. Peralatan yang diperlukan	27
Tabel 3.2. Bahan-bahan yang diperlukan	27
Tabel 3.3. Parameter Pengujian Kekuatan Sambungan Las Terhadap Variasi Kecepatan dan Jenis Material.....	32
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las MIG	36
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las MIG Material SS400	44
Tabel 4.3. Nilai <i>Heat Input</i>	48
Tabel 4.4. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Standar SS400	52
Tabel 4.5. Hasil Analisis ANOVA Dua Faktor	53

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

V	= Tegangan pengelasan (Volt)
I	= Arus pengelasan (Ampere)
P	= Daya listrik (Watt)
HI	= <i>Heat input</i> / masukan panas (kJ/mm)
v	= Kecepatan pengelasan / travel speed (mm/menit)
t	= Ketebalan material (mm)
d	= Diameter kawat elektroda (mm)
F	= Gaya tarik (N)
A_0	= Luas penampang awal spesimen (mm ²)
σ	= Tegangan tarik (MPa)
σ_u	= Kekuatan tarik maksimum (MPa)
σ_y	= Kekuatan luluh (MPa)
ε	= Regangan
ΔL	= Pertambahan panjang (mm)
L_0	= Panjang awal spesimen (mm)

Singkatan:

MIG	= <i>Metal Inert Gas</i>
GMAW	= <i>Gas Metal Arc Welding</i>
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>
PWM	= <i>Pulse Width Modulation</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
SS400	= Baja karbon rendah standar JIS G3101
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
AWS	= <i>American Welding</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar *Parts* dan *Assembly*
- Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Skripsi
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan Skripsi
- Lampiran 4. Lembar Rekomendasi Ujian Skripsi
- Lampiran 5. Pengaturan Variasi Kecepatan dan Ketebalan Material
- Lampiran 6. Hasil Spesimen Pengujian
- Lampiran 7. Grafik Pengujian