

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

SKRIPSI



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

Oleh:

**Haris Munadar
NPM. 062240212060**

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

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

THESIS



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

By:

**Haris Munandar
NPM. 062240212060**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

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



SKRIPSI

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

Palembang, Agustus 2026
Menyetujui,
Dosen Pembimbing Pendamping,

Dosen Pembimbing Utama,


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

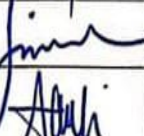
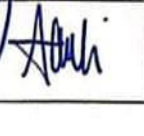
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Haris Munandar
NPM : 062240212060
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 ARUS DAN JENIS 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. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. NIP. 196712251997021001	Ketua		27/8-26
2.	Dwi Arnoldi, S.T., M.T. NIP. 196312241989031002	Anggota		27/8-26
3.	Ir. Syamsul Rizal, S.T., M.T. NIP. 197608212003121001	Anggota		27/8-26
4.	Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng. NIP. 198710222020121005	Anggota		27/8-26

Palembang, Agustus 2026
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haris Munandar
NPM : 062240212060
Tempat/Tanggal lahir : Pedamaran/ 25 Januari 2002
Alamat : Jalan Suka Bakti RT 01/ RW 01 N0.149 Sukarami
No. Telepon : 089506506816
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 ARUS DAN JENIS 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, 2 September 2026



Haris Munandar
NPM. 062240212060

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Haris Munandar
NPM : 062240212060
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D – IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul : Analisis Kekuatan Sambungan Las MIG Gerak Horizontal Berbasis Arduino Terhadap Variasi Arus dan Jenis 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, 2 September 2026



Haris Munandar
NPM. 062240212060

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Jangan takut jatuh, sebab yang tak pernah memanjatlah yang tak pernah jatuh.

Jangan takut gagal, karena yang tak pernah gagal hanyalah mereka yang tak pernah melangkah. Dan jangan takut salah, sebab dari kesalahan pertama, kita bisa belajar menemukan jalan yang benar di langkah berikutnya.

~ Buya Hamka ~

“Melangkah dengan keyakinan, berjuang dengan keteguhan, bertahan dengan kesabaran, dan berakhir dengan keberhasilan. Sebab setiap perjuangan melahirkan kekuatan, setiap pengorbanan mengajarkan ketulusan, setiap pengalaman membentuk kedewasaan, setiap cerita menjadi bagian dari perjalanan, dan setiap doa akan menemukan jawabannya”

~ Haris Munandar ~

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

Haris Munandar

(2026: xii + 81 Halaman, 42 Gambar, 16 Tabel, 8 Lampiran)

Pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) banyak digunakan dalam industri manufaktur karena produktivitas tinggi dan kemampuannya menghasilkan sambungan yang berkualitas. Kualitas sambungan las dipengaruhi oleh besar arus pengelasan dan konsistensi kecepatan gerak *torch*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan dan jenis material terhadap kekuatan tarik dan regangan sambungan las MIG gerak horizontal berbasis ESP32, serta menentukan kombinasi parameter yang paling optimal. Metode eksperimen digunakan dengan tiga variasi arus (70 A, 80 A, dan 90 A) pada material ASTM A36, ST37, dan SS400 berketebalan 3 mm. Pengelasan dilakukan menggunakan alat bantu gerak horizontal semiotomatis berbasis ESP32 dengan kecepatan konstan 6 mm/s untuk meminimalkan *human error*. Spesimen uji tarik dibuat berdasarkan standar ASTM E8 dan data dianalisis menggunakan statistik deskriptif serta ANOVA dua arah tanpa replikasi pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus dan jenis material berpengaruh signifikan terhadap tegangan tarik ($F = 39,938$ dan $F = 46,410$; Sig. 0,002) maupun regangan ($F = 107,091$ dan $F = 85,273$; Sig. $\leq 0,001$). Peningkatan arus dari 70 A ke 90 A meningkatkan tegangan tarik rata-rata dari 443,553 MPa menjadi 484,287 MPa. Tegangan tarik tertinggi diperoleh pada material ASTM A36 sebesar 503,762 MPa pada arus 90 A. Kombinasi arus 90 A dan material ASTM A36 menghasilkan sifat mekanik sambungan las terbaik pada kondisi penelitian ini.

Kata Kunci: ASTM A36, ESP32, Pengelasan MIG, ESP32, ST37, SS400

ABSTRACT

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

Haris Munandar

(2026: xii + 81 pp., 42 Figures, 16 Tables, 8 Attachments)

Metal Inert Gas (MIG) welding is widely used in the manufacturing industry due to its high productivity and ability to produce high-quality joints. Joint quality is influenced by welding current and the consistency of torch travel speed. This study aims to analyze the effect of welding current variations and material types on the tensile strength and elongation of MIG welded joints using an ESP32-based horizontal motion system, as well as to determine the most optimal parameter combination. An experimental method was employed using three current levels (70 A, 80 A, and 90 A) applied to ASTM A36, ST37, and SS400 steel plates with a thickness of 3 mm. Welding was performed using a semi-automatic ESP32-based horizontal motion device at a constant speed of 6 mm/s to minimize human error. Tensile test specimens were prepared according to ASTM E8 standards, and the data were analyzed using descriptive statistics and two-way ANOVA without replication at a significance level of $\alpha = 0.05$. The results show that both welding current and material type have a significant effect on tensile strength ($F = 39.938$ and $F = 46.410$; Sig. 0.002) and elongation ($F = 107.091$ and $F = 85.273$; Sig. ≤ 0.001). Increasing the current from 70 A to 90 A raised the average tensile strength from 443.553 MPa to 484.287 MPa. The highest tensile strength of 503.762 MPa was achieved by ASTM A36 at 90 A. The combination of 90 A welding current and ASTM A36 material produced the best mechanical properties under the conditions of this study.

Keywords : ASTM A36, ESP32, MIG *Welding*, ST37, SS400, *tensile strength*

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alam, 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, Aamin ... Yaa Rabbal'alam.

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	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat	4
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	7
2.1.2 Parameter Utama dalam Pengelasan MIG	8
2.1.3 Kelebihan dan Keterbatasan Pengelasan MIG	10
2.2 Sambungan Las dan Kampuh Pengelasan	10
2.2.1 Jenis Sambungan Las.....	11
2.3 Jenis Material Yang Digunakan	14
2.3.1 Material ASTM A36	14
2.3.2 Material SS400	15
2.3.3 Material ST 37	16
2.4 Metode Pengujian Kekuatan Sambungan Las	17
2.4.1 Pengujian Tarik (<i>Tensile Test</i>).....	17
2.4.2 Spesimen Pengujian.....	19
2.4.3 Karakteristik Patahan (<i>Fracture</i>).....	20
2.5. Sistem Gerak Horizontal Berbasis ESP32.....	20
2.5.1 Prinsip Kerja Mikrokontroler ESP32 dalam Sistem Kontrol.....	20
2.5.2 Indikator Kinerja dan Peran Sistem Gerak Horizontal	

Sebagai Variabel Kontrol	21
2.5.3 Prinsip Kerja Motor PG36 <i>Encoder</i>	22
2.5.4 Prinsip Kerja Motor <i>Driver</i>	24
2.6 Kajian Pustaka	25
2.6.1 Tabel Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Metode Penelitian	29
3.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian	29
3.3 Diagram Alir	30
3.4 Alat dan Bahan	31
3.5 Objek Penelitian	32
3.6 Gambar Alat Bantu Penelitian	33
3.6.1 Prosedur Penelitian.....	33
3.6.2 Tahap Persiapan.....	33
3.6.3 Tahap Pengelasan	36
3.6.4 Tahap Pembuatan Spesiemen dan Pengujian	37
3.7 Metode Pengambilan Data	38
3.7.1 Parameter Pengujian.....	39
3.7.2 Variabel Pengujian	40
3.7.3 Prosedur Pengujian.....	40
3.7.4 Metode Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las MIG Gerak Horizontal.....	45
4.2 Perhitungan Tegangan Tarik dan Regangan.....	46
4.2.1 Perhitungan Tegangan Tarik	46
4.2.2 Perhitungan Regangan.....	49
4.3 Perhitungan Heat Input (Masukan Panas)	54
4.4 Analisis Kurva Stress-Strain.....	57
4.5 Pengaruh Variasi Arus Terhadap Material ASTM A36	61
4.6 Pengaruh Variasi Arus Terhadap Material ST37	62
4.7 Pengaruh Variasi Arus Terhadap Material SS400.....	63
4.8 Perbandingan Ketiga Material	64
4.9 Analisis ANOVA Dua Arah (Two-Way ANOVA).....	66
4.9.1 Uji Normalitas Data	66
4.9.2 Hipotesis Penelitian	67
4.9.3 Hasil ANOVA Dua Arah terhadap Tegangan Tarik.....	68
4.9.4 Uji Lanjut (Post Hoc Tukey HSD_ - Tegangan Tarik	70
4.9.5 Hasil ANOVA Dua Arah terhadap Regangan	71
4.9.6 Uji Lanjut (Post Hoc Tukey HSD_ - Regangan	73
4.9.7 Kesimpulan Analisis ANOVA	74
BAB V PENUTUP	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	77

DAFTAR PUSTAKA	81
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

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>	12
Gambar 2.4 Sambungan <i>Tee Joint</i>	12
Gambar 2.5 Sambungan <i>Corner Joint</i>	13
Gambar 2.6 Sambungan <i>Edge Joint</i>	13
Gambar 2.7 Plat Material ASTM A36	15
Gambar 2.8 Plat Material SS400.....	16
Gambar 2.9 Plat Material ST37	17
Gambar 2.10 Daerah Pembentukan Las	21
Gambar 2.11 Mikrokontroller ESP32	22
Gambar 2.12 Motor PG36 <i>Encoder</i>	24
Gambar 2.13 <i>Driver</i> Motor	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.2 Standar <i>Spesiemen</i> ASTM E8	32
Gambar 3.3 <i>Welding Carriage Linear</i>	33
Gambar 3.4 Persiapan Material	34
Gambar 3.5 Pembuatan Kampuh V Pada Material	34
Gambar 3.6 Pengantaran Arus Pengelasan	35
Gambar 3.7 Setting Posisi Material.....	35
Gambar 3.8 Proses Pengelasan Material.....	36
Gambar 3.9 Pembuatan Spesiemen Uji	37
Gambar 3.10 Proses Uji Tarik.....	37
Gambar 3.11 Kampuh V Tunggal.....	41
Gambar 4.1 Kurva Stress-Strain ASTM A36 Arus 70 A.....	58
Gambar 4.2 Kurva Stress-Strain ASTM A36 Arus 80 A.....	58
Gambar 4.3 Kurva Stress-Strain ASTM A36 Arus 90 A.....	58
Gambar 4.4 Kurva Stress-Strain ST37 Arus 70 A	59
Gambar 4.5 Kurva Stress-Strain ST37 Arus 80 A	59
Gambar 4.6 Kurva Stress-Strain ST37 Arus 90 A	59
Gambar 4.7 Kurva Stress-Strain SS400 Arus 70 A	60
Gambar 4.8 Kurva Stress-Strain SS400 Arus 80 A	60
Gambar 4.9 Kurva Stress-Strain SS400 Arus 90 A	60
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material ASTM A36.....	61
Gambar 4.11 Grafik Batang Kekuatan Tarik Pada Material ASTM A36.....	61
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material ST37	62
Gambar 4.13 Grafik Batang Kekuatan Tarik Pada Material ST37	63
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material SS400	63
Gambar 4.15 Grafik Batang Kekuatan Tarik Pada Material SS400	64

Gambar 4.16	Grafik Hubungan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material ASTM A36, ST37 dan SS400	65
Gambar 4.17	Grafik Batang Hubungan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material ASTM A36, ST37 dan SS400	65
Gambar 4.20	Data Grafik Residual Plot	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	27
Tabel 3.1 Peralatan yang diperlukan	31
Tabel 3.2 Bahan-bahan yang diperlukan.....	31
Tabel 3.3 Parameter Pengujian Kekuatan Sambungan Las Terhadap Variasi Arus dan Jenis Material.....	42
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las MIG	56
Tabel 4.2 Hasil Perbandingan ketiga material kekuatan Tarik	64
Tabel 4.3 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk.....	66
Tabel 4.4 Hasil ANOVA Dua Arah – Tegangan Tarik	68
Tabel 4.5 Rata-rata Marginal Tegangan Tarik Berdasarkan Variasi Arus.....	69
Tabel 4.6 Rata-rata Marginal Tegangan Tarik Berdasarkan Jenis Material	69
Tabel 4.7 Uji Tukey HSD Tegangan Tarik -Variasi Arus (Mpa)	70
Tabel 4.8 Uji Tukey HSD Tegangan Tarik -Jenis Material (Mpa).....	71
Tabel 4.9 Hasil ANOVA Dua Arah Terhadap Regangan	72
Tabel 4.10 Uji Tukey HSD Regangan - Variasi Arus (%)......	73
Tabel 4.11 Uji Tukey HSD Regangan – Jenis Material (%).....	73
Tabel 4.12 Ringkasan Keputusan Hipotesis ANOVA Dua Arah.....	75

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

σ	= Tegangan tarik maksimum [MPa]
F_{max}	= Gaya tarik maksimum [N]
A_o	= Luas penampang awal spesimen [mm ²]
w	= Lebar spesimen [mm]
t	= Tebal spesimen [mm]
ε	= Regangan [-]
ΔL	= Perubahan panjang [mm]
L_o	= Panjang awal spesimen (gauge length) [mm]
L_f	= Panjang akhir setelah uji tarik [mm]
E	= Modulus elastisitas [MPa]
HI	= Heat input / masukan panas [kJ/mm]
V	= Tegangan busur pengelasan [Volt]
I	= Arus pengelasan [Ampere]
vs	= Kecepatan pengelasan linier [mm/menit]
η	= Efisiensi termal proses pengelasan [-]
$npulsa$	= Jumlah pulsa yang dikirim ESP32 [pulsa]
L	= Panjang lintasan torch [mm]
SPR	= Steps per revolution motor [step/rev]
P	= Pitch penggerak linier [mm/rev]
s	= Jarak yang ditempuh [mm]
p	= Jarak maju per satu putaran [mm/rev]

Singkatan:

MIG	= Metal Inert Gas
GMAW	= Gas Metal Arc Welding
SMAW	= Shielded Metal Arc Welding
TIG	= Tungsten Inert Gas
HAZ	= Heat Affected Zone
UTS	= Ultimate Tensile Strength
UTM	= Universal Testing Machine
ASTM	= American Society for Testing and Materials
ESP32	= Espressif Systems 32-bit Microcontroller
PPR	= Pulse Per Revolution
RPM	= Revolutions Per Minute
ANOVA	= Analysis of Variance
DCEP	= Direct Current Electrode Positive
HAZ	= Heat Affected Zone

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. Poto Variasi Material dan variasi Arus
- Lampiran 6. Poto Tahapan Pengujian dan Pengelasan
- Lampiran 7. Grafik Hasil Uji tarik dan Bukti Uji tarik
- Lampiran 8. Poto Visual Mesin Las Semi Otomatis
- Lampiran 9. Lembar Pelaksanaan Revisi Skripsi
- Lampiran 10. Lembar Pelaksanaan Tata Tuli