

**PENGARUH KECEPATAN DAN JARAK NOZZLE TERHADAP
KEKUATAN BENDING LAS MIG OTOMATIS PADA GERAKAN
LENGKUNG**

SKRIPSI



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

Oleh:

**Fadila
NPM. 062240212128**

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

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF WELDING SPEED
VARIATIONS AND NOZZLE DISTANCE ON THE BENDING
STRENGTH OF AUTOMATIC MIG WELDING JOINTS IN
CURVED MOTION**

THESIS



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

By:

**Fadila
NPM. 062240212128**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

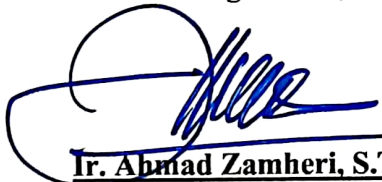
PENGARUH KECEPATAN DAN JARAK NOZZLE TERHADAP KEKUATAN BENDING LAS MIG OTOMATIS PADA GERAKAN LENGKUNG



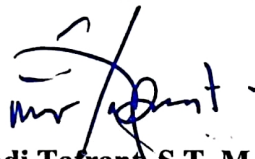
SKRIPSI

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

Pembimbing Utama,


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

Palembang, Juli 2026
Menyetujui,
Pembimbing Pendamping,


Dodi Tafrant, S.T., M.T.
NIP. 198409262019031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


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

HALAMAN PENGESAHAN

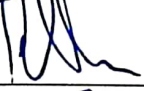
SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Fadila
NPM : 062240212128
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **PENGARUH KECEPATAN DAN JARAK NOZZLE TERHADAP KEKUATAN BENDING LAS MIG OTOMATIS PADA GERAKAN LENGKUNG**

Telah selesai diuji dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan di hadapan Tim Dosen Penguji pada tanggal 30 Juni 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.	Muhammad Rasid, S.T., M.T. NIP. 196302051989031001	Ketua		22/07 26
2.	Ir. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. NIP. 196712251997021001	Anggota		24/07 26
3.	Ir. Rizky Brilliant Yuliandi, S.T., S.H., S.E., M.Tr.T. NIP. 199208112020121022	Anggota		22/07 26
4.	Mulyadi S, S.T., M.T. NIP. 197107271995031001	Anggota		23/07 26

Palembang, Juli 2026
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fadila
NPM : 062240212128
Tempat/Tanggal lahir : Tanjung Serang, 31 Mei 2003
Alamat : Jl. Kalangan Tanjung serang dusun 1 rt4
No. Telepon : 0895 3222 13565
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : Pengaruh kecepatan dan jarak nozzle terhadap kekuatan bending las mig otomatis pada gerakan lengkung

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, Juli 2026



Fadila
NPM. 062240212128

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fadila
NPM : 062240212128
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D – IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul : **PENGARUH KECEPATAN DAN JARAK NOZZLE TERHADAP KEKUATAN BENDING LAS MIG OTOMATIS PADA GERAKAN LENGKUNG**

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, Juli 2026



Fadila

NPM. 062240212128

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

**“Aksi Tanpa visi hanya menghabiskan waktu.,
Visi tanpa aksi hanyalah angan-angan.
Tapi visi dengan misi dapat mengubah dunia.”**

(Nelson Mandela)

“Seseorang hanya melihat saat kamu berada di posisi berhasil, tetapi tidak melihat kegagalan, keraguan dan penolakan yang pernah kamu lalui untuk sampai di titik itu”.
(Suppen)

PERSEMBAHAN

“skripsi ini saya persembahkan kepada Bapak dan ibu. Terima kasih atas setiap doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tak pernah berkurang, serta segala pengorbanan yang telah diberikan tanpa pamrih. Setiap langkah yang saya tempuh hingga berada di titik ini tidak lepas dari perjuangan, dukungan, dan Semoga pencapaian sederhana ini dapat menjadi salah satu bentuk rasa terima kasih dan kebanggaan Untuk Bapak dan Ibu, terima kasih telah menjadi alasan terbesar saya untuk terus berjuang dan tidak pernah menyerah.”

ABSTRAK

PENGARUH KECEPATAN DAN JARAK NOZZLE TERHADAP KEKUATAN BENDING LAS MIG OTOMATIS PADA GERAKAN LENGKUNG

Fadila

(2026: xii + 93 Halaman, 5 Gambar, 11 Tabel, 4 Lampiran)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan pengelasan (*travel speed*) dan jarak *nozzle* (*Contact Tip to Work Distance/CTWD*) terhadap kekuatan bending hasil las MIG otomatis pada gerakan lengkung. Material yang digunakan adalah baja karbon rendah ST37 dengan diameter 2 inci dan ketebalan 3,91 mm. Proses pengelasan menggunakan pola gerakan melingkar (*circular motion*) 360° yang dikendalikan menggunakan sistem berbasis *Arduino* dan motor *stepper*. Variasi kecepatan pengelasan yang digunakan adalah 10 mm/s, 15 mm/s, dan 20 mm/s, sedangkan variasi *CTWD* adalah 15 mm, 20 mm, dan 25 mm. Parameter lain seperti arus (110 A), tegangan (20 V), dan sudut torch (75°) dijaga konstan. Pengujian kualitas sambungan las dilakukan menggunakan uji bending dengan *Universal Testing Machine (UTM)*. Data dianalisis menggunakan metode Taguchi dengan pendekatan karakteristik kualitas *larger the better*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengelasan merupakan faktor paling dominan dengan kontribusi 56,62%, diikuti *CTWD* dengan kontribusi 25,52%. Kombinasi parameter optimal berdasarkan analisis Taguchi adalah kecepatan 15 mm/s dan *CTWD* 15 mm yang menghasilkan tegangan bending rata-rata 599,73 MPa dengan *S/N Ratio* 55,56 dB. Validasi eksperimen menunjukkan error sebesar 0,43%, yang membuktikan keakuratan metode Taguchi dalam optimasi parameter. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam pengembangan proses pengelasan otomatis pada lintasan lengkung di industri manufaktur.

Kata Kunci: *Gas Metal Arc Welding (GMAW), MIG Welding, Welding Speed, Contact Tip to Work Distance (CTWD), Bending Strength, Taguchi Method*

ABSTRACT

Analysis of the Effect of Welding Speed Variations and Nozzle Distance on the Bending Strength of Automatic MIG Welding Joints in Curved Motion

Fadila

(202: xii + 93 pp., 5 Figures, 11 Tables, 4 Attachments)

This study aims to analyze the effect of welding speed (travel speed) and Contact Tip to Work Distance (CTWD) on the bending strength of automated MIG welded joints produced along a curved welding path. The material used was ST37 low-carbon steel pipe with a diameter of 2 inches and a wall thickness of 3.91 mm. The welding process employed a 360° circular motion controlled by an Arduino-based system and a stepper motor. The welding speed was varied at 10 mm/s, 15 mm/s, and 20 mm/s, while the CTWD was varied at 15 mm, 20 mm, and 25 mm. Other welding parameters, including welding current (110 A), voltage (20 V), and torch angle (75°), were kept constant throughout the experiment. The quality of the welded joints was evaluated using a bending test conducted with a Universal Testing Machine (UTM). The experimental data were analyzed using the Taguchi method with the larger-the-better quality characteristic. The results indicated that welding speed was the most influential factor, contributing 56.62% to the bending strength, followed by CTWD with a contribution of 25.52%. Based on the Taguchi analysis, the optimal parameter combination was a welding speed of 15 mm/s and a CTWD of 15 mm, resulting in an average bending strength of 599.73 MPa and a Signal-to-Noise (S/N) ratio of 55.56 dB. Experimental validation showed an error of only 0.43%, demonstrating the reliability of the Taguchi method in optimizing welding parameters. The findings of this study are expected to serve as a reference for the development and optimization of automated welding processes along curved welding paths in the manufacturing industry.

Keywords *Keywords* : Gas Metal Arc Welding (GMAW), MIG Welding, Welding Speed, Contact Tip to Work Distance (CTWD), Bending Strength, Taguchi Method, Curved Welding Path.

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, 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. Ir. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
7. Dodi Tafrant, S.T.,M.T sebagai Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
8. Kepada Npm. 062240212050 yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.
9. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 8PPN 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.

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'alamin.

Palembang, Juli 2026
Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 18
1.1 Latar Belakang.....	18
1.2 Rumusan Masalah.....	21
1.3 Batasan Masalah	21
1.4.1 Tujuan.....	21
1.4.2 Manfaat.....	22
1.5 Sistematika Penulisan	22
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 24
2.1 Landasan Teori	24
2.1.1 <i>Gas Metal Arc Welding (GMAW)</i>	24
2.1.2 Klasifikasi Proses Pengelasan.....	24
2.2 Kajian Pustaka	27
2.3 Parameter Pengelasan <i>GMAW/MIG</i>	29
2.3.1 Arus Pengelasan (<i>Welding Current</i>)	29
2.3.2 Tegangan (<i>Volt</i>)	30
2.3.3 Kecepatan pengelasan (<i>Travel Speed</i>)	31
2.3.4 <i>Contact Tip to Work Distance (CTWD)</i>	31
2.4 Gerakan Melingkar (<i>Circular Motion</i>).....	32
2.5 Hubungan Lengkung (<i>Weaving</i>) dengan Variasi Kecepatan dan jarak pengelasan.....	33
2.6 Material Baja Karbon Rendah (ST37)	34
2.7 Pengujian Kualitas Las.....	35
2.7.1 Pengujian Uji Bending.....	35
2.8 Hubungan Kecepatan Dan Jarak Pengelasan <i>Nozzle</i> Terhadap Kualitas Las	35
2.9 Pengaruh Jarak <i>Nozzle (CTWD)</i> terhadap Kualitas Las dan Kekuatan Bending.....	36
2.10 Hubungan Kombinasi Kecepatan dan <i>CTWD</i> terhadap Kualitas Las pada Gerak Lengkung.....	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Metode Penelitian	38
3.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	38
3.3 Diagram Alir.....	38
3.4 Alat dan Bahan	39
3.5 Teknik Pengambilan Data.....	40
3.5.1 Jenis Data.....	41
3.5.2 Prosedur Pengambilan Data.....	41
3.5.3 Pengulangan Pengujian.....	42
3.6 Metode Analisis Data.....	42
3.6.1 <i>Orthogonal Array</i>	43
3.6.2 Perhitungan Nilai Rata-rata (<i>Mean</i>).....	43
3.6.3 <i>Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)</i>	44
3.7 Analisis Respon (<i>Response Table</i>)	44
3.7.1 Penentuan Faktor Dominan.....	45
3.7.2 Penentuan Parameter Optimal.....	45
3.7.3 Analisis ANOVA (<i>Analysis of Variance</i>)	45
3.7.4 Validasi Hasil.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Hasil Pengelasan.....	47
4.2 Hasil Uji Bending	47
4.1.1 Tabel Hasil Uji Bending	48
4.1.2 <i>Analisis</i> Hasil Uji Bending	50
4.3 Perhitungan Nilai <i>Mean</i>	51
4.4 Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)</i>	52
4.5 Analisis Response Mean.....	54
4.6 <i>Analisis Response S/N Ratio</i>	56
4.7 Analisis Delta dan <i>Ranking</i> Faktor	57
4.8 <i>Analisis</i> ANOVA (<i>Analysis of Variance</i>).....	58
4.9 Penentuan Parameter Optimal.....	59
4.10 Pembahasan Hasil Penelitian	60
4.10.1 Pengaruh Kecepatan Pengelasan terhadap Kekuatan Bending ...	60
4.10.2 Pengaruh Jarak <i>Nozzle (CTWD)</i> terhadap Kekuatan Bending	61
4.10.3 Interaksi Antara Kecepatan dan <i>CTWD</i>	63
4.10.4 Pengaruh Gerakan Lengkung (<i>Circular Motion</i>).....	64
4.10.5 Implikasi Praktis	65
BAB V PENUTUP.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji Bending.....	48
Gambar 4. 2 Grafik Gabungan Hasil Uji Banding.....	50
Gambar 4. 3 <i>Main Effects Plot for Means</i>	55
Gambar 4. 4 <i>Main Effects Plot for S/N Ratios</i>	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Peralatan yang diperlukan	40
Tabel 3. 2 Bahan – bahan yang diperlukan	40
Tabel 3. 3 <i>Orthogonal Array L9</i> untuk 2 faktor dan 3 level	43
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Bending.....	49
Tabel 4. 2 Perhitungan Nilai <i>Mean</i> Tegangan Bending	51
Tabel 4. 3 Perhitungan <i>S/N Ratio</i> Tegangan Bending	53
Tabel 4. 4 <i>Response Table for Means</i>	54
Tabel 4. 5 <i>Response S/N Ratio</i>	56
Tabel 4. 6 Delta dan <i>Ranking</i> Faktor Berdasarkan <i>S/N Ratio</i>	58
Tabel 4. 7 Hasil <i>Analisis</i> ANOVA	58
Tabel 4. 8 Parameter Optimal Berdasarkan Metode Taguchi	59

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

σ = Tegangan bending (MPa)

F = Beban maksimum (N)

L = Panjang bentang/span (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

d = Tebal spesimen (mm)

HI = *Heat input* (J/mm)

V = Tegangan listrik (*Volt*)

I = Arus pengelasan (*Ampere*)

S = Kecepatan pengelasan (mm/s)

Singkatan:

$GMAW$ = *Gas Metal Arc Welding*

MIG = *Metal Inert Gas*

$SMAW$ = *Shielded Metal Arc Welding*

$GTAW$ = *Gas Tungsten Arc Welding*

HAZ = *Heat Affected Zone*

$CTWD$ = *Contact Tip to Work Distance*

UTM = *Universal Testing Machine*

WFS = *Wire Feed Speed*

RPM = *Revolutions Per Minute*

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Gambar <i>Assembly</i> Mesin Las Mig.....	72
Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Skripsi.....	79
Lampiran 3. Lembar Bimbingan Proposal Skripsi.....	80
Lampiran 4. Lembar Rekomendasi Seminar Proposal Skripsi.....	81
Lampiran 5. Grafik Hasil Uji Bending.....	82