



**ELEKTRODA POSISI 1G TERHADAP
POROSITAS DAN PENETRASI LAS SMAW
PADA PLAT BAJA AISI 5160
SKRIPSI**

**Disusun Oleh:
ILHAM ZAENAL MUTTAQIEN
NIM. 20221331006**

**Dosen Pembimbing
Ir. Anastas Rizaly, M.T.
NIDN. 07.1802.6401**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI TEKNIK AYUNAN ELEKTRODA POSISI 1G TERHADAP POROSITAS DAN PENETRASI LAS SMAW PADA PLAT BAJA AISI 5160



Disusun Oleh :
Ilham Zaenal Muttaqien
NIM : 20221331006

Dosen Pembimbing
Ir. Anastas Rizaly, M.T.
NIDN. 07.1802.6401

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**

**EFFECT OF VARIATIONS IN 1G POSITION
ELECTRODE SWING TECHNIQUES ON POROSITY
AND PENETRATION of SMAW WELDS on AISI 5160
STEEL PLATE**



By:
Ilham Zaenal Muttaqien
NIM : 20221331006

Academic Supervisor
Ir. Anastas Rizaly, M.T.
NIDN. 07.1802.6401

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY
PROGRAM FACULTY OF ENGINEERING
MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF SURABAYA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji dalam sidang pada tanggal 20 Juni 2026 oleh mahasiswa atas nama **Ilham Zaenal Muttaqien NIM 20221331006** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di terima sebagai kelengkapan mendapat gelar sarjana Teknik pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dosen Penguji

Hadi Kusnanto, S.T., M.T
NIDN : 071707701

Tanda Tangan

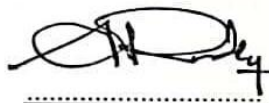


Ir. Suharyanto, M.Sc.
NIDN : 0024046280



Dosen Pembimbing

Ir. Anastas Rizaly, M.T.
NIDN : 0707067402



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Menyetujui,
Kaprosdi Teknik Mesin



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.
NIDN.0725096402

Dr. M. Arif Batutah, S.T, M.T., IPM
NIDN.0707067402

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Ilham Zaenal Muttqien

NIM : 20221331006

Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI TEKNIK AYUNAN
ELEKTRODA POSISI 1G TERHADAP
POROSITAS DAN PENETRASI LAS
SMAW PADA PLAT BAJA AISI 5160**

No.	Tanggal	Topik	Saran / Komentar	Pembimbing
1	2026-02-27	Pengajuan Judul		Anastas Rizaly
2	2026-03-12	konsultasi Bab 1		Anastas Rizaly
3	2026-03-20	konsultasi bab 2		Anastas Rizaly
4	2026-03-27	konsultasi bab 3		Anastas Rizaly
5	2026-04-03	revisi bab 1-3		Anastas Rizaly
6	2026-04-10	konsultasi metode penelitian		Anastas Rizaly
7	2026-05-01	konsultasi bab 4		Anastas Rizaly
8	2026-05-08	revisi bab 4		Anastas Rizaly
9	2026-05-15	konsultasi bab 5		Anastas Rizaly
10	2026-05-22	revisi bab 5		Anastas Rizaly
11	2026-05-29	konsultasi daftar pustaka		Anastas Rizaly
12	2026-06-02	konsultasi ppt		Anastas Rizaly

Surabaya, 02 Juni 2026
Dosen Pembimbing



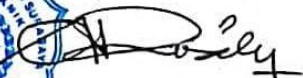
Ir. Anastas Rizaly, MT

Menyetujui,
Kaprosdi Teknik Mesin

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Dr. M. Arif Batutah, S.T., M.T., IPM.
NIDN.0707067402



Ir. Anastas Rizaly, M.T.
NIDN. 0718026401

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : ILHAM ZAENAL MUTTAQIEN

NIM : 20221331006

Progam Studi : S1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya. Apabila di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 19 Juni 2026



ILHAM ZAENAL MUTTAQIEN
NIM 20221331006

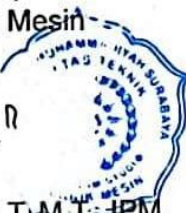
**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI TEKNIK AYUNAN ELEKTRODA POSISI
1G TERHADAP POROSITAS DAN PENETRASI LAS SMAW
PADA PLAT BAJA AISI 5160**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.)

Disusun Oleh :
Ilham Zaenal Muttaqien
NIM.20221331006

Menyetujui,
Kaprodik Teknik Mesin

Dr. M. Arif Batutah, S.T., M.T., I.P.M.
NIDN.0707067402

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir. Anastas Rizaly, M.T
NIDN. 0718026401

PENGARUH VARIASI TEKNIK AYUNAN ELEKTRODA POSISI 1G TERHADAP POROSITAS DAN PENETRASI LAS SMAW PADA PLAT BAJA AISI 5160

Nama Mahasiswa : Ilham Zaenal Muttaqien
NIM : 20221331006
Jurusan : Teknik Mesin FT-UM Surabaya
Pembimbing : Ir. Anastas Rizaly, M.T

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi teknik ayunan elektroda pada posisi 1G terhadap tingkat porositas dan kedalaman penetrasi hasil pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada plat baja AISI 5160. Variasi teknik ayunan yang digunakan meliputi ayunan lurus, zig-zag, dan setengah lingkaran. Pengelasan dilakukan menggunakan elektroda E6013 diameter 2,6 mm dengan arus 85 A pada posisi 1G. Material yang digunakan berupa plat baja AISI 5160 berukuran 100 mm × 60 mm × 10 mm dengan kampuh V sudut 60°. Pengujian porositas dilakukan menggunakan metode Dye Penetrant Test (DPT), sedangkan pengujian penetrasi dilakukan menggunakan Macro Test dengan larutan asam nitrat (HNO_3).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik ayunan elektroda berpengaruh terhadap tingkat porositas dan kedalaman penetrasi las. Teknik ayunan lurus menghasilkan porositas tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 0,0645%, sedangkan teknik ayunan setengah lingkaran menghasilkan porositas terendah dengan nilai rata-rata sebesar 0,0115%. Pada pengujian penetrasi, teknik ayunan zig-zag menghasilkan penetrasi tertinggi dengan rata-rata kedalaman 4,9 mm atau 49%, diikuti ayunan lurus sebesar 4,5 mm atau 45%, dan ayunan setengah lingkaran sebesar 4,25 mm atau 42,5%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa teknik ayunan setengah lingkaran menghasilkan kualitas las terbaik dari segi minimnya porositas, sedangkan teknik ayunan zig-zag menghasilkan penetrasi paling dalam. Dengan demikian, pemilihan teknik ayunan elektroda yang tepat dapat meningkatkan kualitas hasil pengelasan SMAW pada baja AISI 5160.

**THE EFFECT OF ELECTRODE SWING TECHNIQUE
VARIATIONSV AT 1G POSITION ON SMAW WELDING
POROSITY AND PENETRATION ON AISI 5160 STEEL PLATE**

Nama : Ilham Zaenal Muttaqien
Nim : 2022133006
Program Studi : *Bachelor of Mechanica Engginering*
Dosen Pembimbing : Ir. Anastas Rizaly, M.T

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in electrode swing technique at the 1G position on the porosity level and penetration depth of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welds in AISI 5160 steel plate. The swing technique variations used include straight, zigzag, and semicircular swings. Welding was performed using an E6013 electrode with a diameter of 2.6 mm, a current of 85 A at a 1G position. The material used was AISI 5160 steel plate measuring 100 mm × 60 mm × 10 mm with a 60° V-bevel. Porosity testing was conducted using the Dye Penetrant Test (DPT) method, while penetration testing was conducted using a Macro Test with nitric acid (HNO₃) solution.

The results showed that the electrode swing technique affected the porosity level and weld penetration depth. The straight swing technique produced the highest porosity with an average value of 0.0645%, while the semicircular swing technique produced the lowest porosity with an average value of 0.0115%. In the penetration test, the zig-zag swing technique produced the highest penetration with an average depth of 4.9 mm (49%), followed by the straight swing at 4.5 mm (45%), and the semicircular swing at 4.25 mm (42.5%). Based on the results, the semicircular swing technique produced the best weld quality with minimal porosity, while the zig-zag swing technique produced the deepest penetration. Thus, selecting the accurate electrode swing technique could improve the quality of SMAW on AISI 5160 steel.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah atas segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun Skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya tahun 2026 dengan judul **“PENGARUH VARIASI TEKNIK AYUNAN ELEKTRODA POSISI 1G TERHADAP POROSITAS DAN PENETRASI LAS SMAW PADA PLAT BAJA AISI 5160”**

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Mundakir, S.Kep., Ns. M.Kep., FISQua. S selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
2. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
3. Bapak Dr. M. Arif Batutah, S.T, M.T., IPM. selaku ketua Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya.
4. Bapak Ir. Anastas Rizaly, M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan penelitian skripsi.
5. Seluruh dosen Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan wawasannya kepada mahasiswa yang diajar.
6. Kedua orang tua saya serta keluarga yang tak hentihentinya memberikan dukungan serta mendoakan saya dalam pembuatan Skripsi.
7. Rekan- rekan dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu saya dalam penulisan skripsi ini.

Semoga dengan bantuan dan pertolongan yang telah diberikan kepada penulis dapat berguna sebagaimana mestinya dan semoga Allah SWT memberikan pahala atas amalnya. Amin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	v
LEMBAR PERSETUJUAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Peneliatian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Pengertian Pengelasan.....	8
2.3 Pengelasan SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)	9
2.4 Elektroda.....	11
2.4.1 Elektroda SMAW terdiri dari dua bagian utama:.....	11
2.4.2 Klasifikasi Elektroda	12
2.5 Besar Arus Listrik	12
2.6 Posisi Pengelasan 1G.....	13
2.7 Teknik Ayunan Elektroda	14
2.8 Plat Baja AISI 5160	15
2.9 Cacat Las Porositas	16
2.10 Penetrasi Las	17

2.10.1 Liquid Penetrant Test.....	18
2.11 Hubungan Teknik Ayunan dengan Porositas dan Penetrasi	20
2.12 Kerangka Pemikiran.....	20
BAB III	22
METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat Dan Waktu.....	22
3.1.1 Tempat	22
3.1.2 Waktu.....	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3 Variabel Penelitian	23
3.3.1 Variabel Bebas	23
3.3.2 Variabel Terikat.....	23
3.3.3 Variabel Kontrol.....	23
3.4 Teknik Pengumpulan Data	24
3.5 Teknik Analisis Data	24
3.5 Prosedur Penelitian	24
3.6 flowchart Pengerjaan	26
BAB IV	27
HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Gambaran Umum Hasil Penelitian	27
4.1.1 Deskripsi Proses Pengelasan dan Sampel Uji	27
4.2 Hasil Pengujian Porositas	27
4.2.1 Hasil Pengujian Porositas	28
4.2.2 Hasil Pengamatan Visual Dye Penetrant Test	30
4.2.3 Analisis Hasil Pengujian Porositas	31
4.2.4 Perhitungan Porositas Las SMAW	32
4.3 Hasil Pengujian Penetrasi Las (Macro Test).....	36
4.3.1 Hasil Pengamatan Struktur Makro.....	36
4.3.2 Hasil Pengukuran Penetrasi Las	37
4.3.3 Analisis Cacat Hasil Pengujian Makro	38
4.3.4 Perhitungan Penetrasi Las SMAW	40
4.4 Hasil Pengujian Porositas dan Penetrasi	42
4.5 Pembahasan	44

4.5.1 Analisis Porositas	44
4.6 Hubungan Antara Teknik Ayunan dengan Kualitas	47
BAB V	49
PENUTUP	49
5.2 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengelasan SMAW	9
Gambar 2. 2 Variasi Ayunan Elektroda.....	10
Gambar 2. 3 Pengelasan SMAW	10
Gambar 2. 4 Posisi Pengelasan 1G	14
Gambar 2. 5 Plat Baja AISI 5160	15
Gambar 2. 6 Liquid Penetrant Test.....	19
Gambar 3. 1 Flowchart Pengerjaan	26
Gambar 4. 1 Diagram Hasil Posositas Sampel A	30
Gambar 4. 2 Diagram Hasil Porositas Sampel B.....	30
Gambar 4. 3 Diagram Hasil Penetrasi Sampel A.....	41
Gambar 4. 4 Diagram Hasil Penetrasi Sampel B	42
Gambar 5.1 Root Gap Sebelum Pengelasan	55
Gambar 5. 2 Proses Pengelasan	55
Gambar 5.3 Hasil Pengelasan	56
Gambar 5.4 Uji Dypenetrant Test	56
Gambar 5.5 Hasil Uji Dypenetrant Test	57
Gambar 5.6 Pemotongan Spesimen Untuk Uji Makro	57
Gambar 5.8 Hasil Uji Makro Struktur.....	58
Gambar 5.7 Proses Uji Makrostruktur	58
Gambar 5.9 Hasil Uji Makro Struktur.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Elektroda.....	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi Baja	15
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan	22
Tabel 4. 1 Parameter	27
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian DPT.....	28
Tabel 4. 3 Hasil Porositas Sampel A	34
Tabel 4. 4 Hasil Porositas Sampel B	36
Tabel 4. 5 Hasil pengujian Makro	37
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Penetrasi Sampel A	40
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Penetrasi Sampel B	42