



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**STUDI PENGARUH POSISI 2G DAN
3G PENGELASAN DENGAN
METODE SETTING ARUS, SPEED,
WAKTU DAN PERHITUNGAN YANG
TEPAT UNTUK HASIL MAKSIMAL
*PENETRANT TEST***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

**ERVA KIRNANDO
NIM: 20241331033**

Dosen Pembimbing :

**Ir. ANASTAS RIZALY, MT
NIDN. 0718026401**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA**

2026



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**STUDI PENGARUH POSISI 2G DAN
3G PENGELASAN DENGAN
METODE SETTING ARUS, SPEED,
WAKTU DAN PERHITUNGAN YANG
TEPAT UNTUK HASIL MAKSIMAL
*PENETRANT TEST***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

**ERVA KIRNANDO
NIM: 20241331033**

Dosen Pembimbing :

**Ir. ANASTAS RIZALY, MT
NIDN. 0718026401**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA**

2026



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

***STUDY ON THE EFFECT OF 2G
AND 3G WELDING POSITIONS
USING THE CURRENT, SPEED, AND
TIME SETTING METHODS AND
ACCURATE CALCULATIONS FOR
MAXIMUM PENETRANT TEST
RESULTS***

FINAL PROJECT

Written by :

**ERVA KIRNANDO
NIM: 20241331033**

Supervisor :

**Ir. ANASTAS RIZALY, MT
NIDN. 0718026401**

**UNDERGRADUATE PROGRAM IN
MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA**

2026

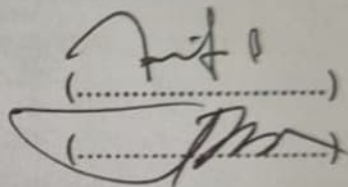
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi telah diuji dan dipertahankan di hadapan tim penguji dalam sidang pada tanggal 18 Januari 2026 oleh mahasiswa atas nama **Erva Kirnando NIM 20241331033** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya

Diajukan dan disahkan oleh :

Dosen Penguji :

1. Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
2. Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, A.Eng

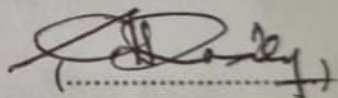


(.....)

(.....)

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Anastas Rizaly, ST.,MT

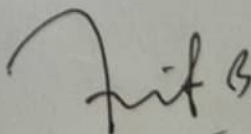


(.....)



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars
NIDN.0725096402

Menyetujui,
Kaprodin Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN.0707067402

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Erva Kirnando
 NIM : 20241331033
 Jurusan : Teknik Mesin
 Judul : Studi Pengaruh Posisi 2G dan 3G Pengelasan dengan Metode Setting Arus, Speed, Waktu dan Perhitungan Yang Tepat Untuk Hasil Maksimal Penetrant Test

No	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1.	24-02-2025	Pengajuan judul		
2.	03-03-2025	Revisi BAB I		
3.	12-05-2025	Pengajuan BAB II		
		Pengajuan BAB III		
4.	13-09-2025	Pengajuan BAB IV		
		Pengajuan BAB V		
5.	05-12-2025	Uji penetrant		
6.	09-12-2025	Hasil uji penetr.		
7.	17-12-2025	Revisi BAB IV		
8.	29-12-2025	Revisi Babada Asing		
9.	03-01-2026	Revisi perhitungan		
10.	02-01-2026	Finalisasi TA		
11.	13-01-2026	Asistensi PPT.		
12.	19-01-2026	laporan selesai.		

Mengetahui,
 Dosen Pembimbing

Menyetujui,
 Kaprodi Teknik Mesin

Ir. Anastas Rizaly, ST., MT
 NIDN.0718026401



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPN
 NIDN.0707067402

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Erva Kirnando

NRP/NIM : 20241331033

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pemikiran saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi saya ini hasil dari jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



(Erva Kirnando)

**Studi Pengaruh Posisi 2G dan 3G Pengelasan
dengan Metode Setting Arus, Speed, Waktu dan
Perhitungan Yang Tepat Untuk Hasil Maksimal
Penetrant Test**

Nama : Erva Kirnando
NIM : 20241331033
Jurusan : S1 Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Ir. Anastas Rizaly, MT

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh posisi pengelasan 2G dan 3G serta variasi arus listrik terhadap kualitas hasil pengelasan baja karbon rendah menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Material yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan ketebalan 8 mm dan elektroda E6013 berdiameter 3,2 mm. Variasi arus pengelasan meliputi 80 A, 90 A, dan 100 A pada posisi horizontal (2G) dan vertikal (3G). Kualitas hasil las diuji menggunakan metode non-destruktif Liquid Penetrant Test (LPT) untuk mendeteksi cacat permukaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi pengelasan dan besar arus listrik berpengaruh signifikan terhadap kualitas sambungan las. Posisi 2G menghasilkan kualitas las lebih baik dibandingkan posisi 3G karena kestabilan kolam las lebih mudah dikendalikan. Arus 80 A menghasilkan penetrasi dangkal dan cacat lack of fusion, sedangkan arus 100 A menimbulkan cacat overlap, slag inclusion, dan porositas. Arus 90 A memberikan penetrasi optimal dengan cacat minimal. Jenis cacat yang ditemukan meliputi porositas, lack of fusion, crater defect, overlap, dan slag inclusion.

Kombinasi parameter terbaik diperoleh pada posisi pengelasan 2G dengan arus 90 A dengan persentase cacat terendah sekitar 4%. Dengan demikian, pengaturan parameter pengelasan yang tepat sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas hasil pengelasan baja karbon rendah.

Kata kunci: SMAW, baja karbon rendah, posisi pengelasan, arus listrik, Liquid Penetrant Test, cacat las.

***Study on the Effect of 2G and 3G Welding Positions
Using the Current, Speed, and Time Setting Methods
and Accurate Calculations for Maximum Penetrant
Test Results***

Name : Erva Kirnando
Student's ID : 20241331033
Department : Bachelor of Mechanical Engineering
Supervisor : Ir. Anastas Rizaly, ST., MT

Abstract

This study aims to analyze the effect of 2G and 3G welding positions and electrical current variations on the quality of low-carbon steel welding results using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method. The material used was low-carbon steel with a thickness of 8 mm and a 3.2 mm diameter E6013 electrode. The welding current variations included 80 A, 90 A, and 100 A in the horizontal (2G) and vertical (3G) positions. The quality of the weld was tested using the non-destructive Liquid Penetrant Test (LPT) method to detect surface defects.

The results showed that the welding position and electric current significantly affected the quality of the welded joint. The 2G position produced better weld quality than the 3G position because the stability of the weld pool was easier to control. A current of 80 A resulted in shallow penetration and lack of fusion defects, while a current of 100 A caused overlap, slag inclusion, and porosity defects. A current of 90 A provided optimal penetration with minimal defects. The types of defects found included porosity, lack of fusion, crater defects, overlap, and slag inclusion.

The best combination of parameters was obtained in the 2G welding position with a current of 90 A, with the lowest defect percentage of around 4%. Thus, proper welding parameter settings are very influential in improving the quality of low carbon steel welding results.

Keywords: SMAW, low carbon steel, welding position, electric current, Liquid Penetrant Test, welding defects.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Studi Pengaruh Posisi 2G dan 3G Pengelasan dengan Metode Setting Arus, Speed, Waktu dan Perhitungan yang Tepat untuk Hasil Maksimal *Penetrant Test*”** tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya. Penulisan ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Muzakir, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya, yang senantiasa memberikan arahan dan kebijakan dalam mendukung kegiatan akademik mahasiswa.
2. Ir. Vippy Dharmawan, M.Arch., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya, atas fasilitas, dukungan, dan kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
3. Dr. M. Arif Batutah, ST., MT., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya, yang telah memberikan arahan serta bimbingan akademik selama penulis menempuh perkuliahan.
4. Ir. Anastas Rizaly, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan,

dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta bantuan selama menjalani masa studi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dalam hal penyajian data, analisis, maupun penulisan. Hal ini tidak terlepas dari keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri, bagi dunia akademik, maupun bagi pihak lain yang memiliki kepentingan dalam bidang pengelasan, khususnya mengenai pengaruh parameter pengelasan terhadap kualitas hasil las.

Surabaya, 18 Januari 2026

Erva Kirnando

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vi
<i>Abstrak</i>	vii
<i>Abstract</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	5
2.1 Pengertian Pengelasan.....	5
2.2 Pengelasan SMAW.....	6
2.3 Elektroda	7
2.4 Cara Menyalakan Busur	9
2.4.1 Dengan Cara Menggoreskan	10

2.4.2 Dengan Cara Menyentuhkan	10
2.5 Pergerakan Elektroda Pengelasan	12
2.6 Teknik Pengelasan Untuk Jenis Sambungan	15
2.7 Klarifikasi Sambungan Las	17
2.8 Simbol Las.....	21
2.9 Posisi Pengelasan	24
2.9.1. Posisi bawah tangan (<i>down hand</i>) 1G/1F.....	25
2.9.2. Posisi mendatar (<i>horizontal</i>) 2G/2G	25
2.9.3. Posisi Tegak (<i>Vertical</i>) 3G/3F	26
2.9.4. Posisi atas kepala (<i>Over Head</i>) 4G/4F.....	26
2.10 Kuat Arus Pengelasan	27
2.11 Kampuh Pengelasan.....	29
2.12 Pengujian Tidak Merusak (<i>Non Destructive Test</i>).....	30
2.12.1. <i>Visual Inspection</i> (Inspeksi Visual)	31
2.12.2. <i>Liquid Penetrant Test</i>	32
2.13 Baja Karbon	35
2.14 Uji Tarik.....	37
BAB III.....	43
3.1 Pendahuluan	43
3.2 Variabel Penelitian	43
3.2.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variables</i>)	43
3.2.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variables</i>)	44
3.2.3 Variabel Kontrol (<i>Control Variables</i>)	44
3.2.4 Variabel Moderator (<i>Moderating Variables</i>)	44
3.3 Alat dan Bahan	45

3.4 Prosedur Penelitian	45
BAB IV.....	47
4.1 Data Material dan Proses Pengelasan.....	47
4.2 Hasil Pengelasan.....	47
4.2.1 Cacat Las <i>Porositi</i>	50
4.2.2 Cacat Las <i>Slag Inclusion</i> (Inklusi Terak)	52
4.2.3 Cacat Las <i>Undercut</i>	54
4.2.4 Cacat Las <i>Acr Strikes</i>	56
4.2.5 Cacat Las <i>Spatter</i>	58
4.2.6 Cacat Las <i>Underfill</i>	61
4.2.7 Cacat Las <i>Overlap</i>	62
4.3 Metode Uji Penetran	66
4.3.1 Prinsip Dasar Uji Penetran	67
4.3.2 Tahapan Pengujian	67
4.3.3 Alasan Pemilihan Metode.....	69
4.3.4 Hasil Uji Penetran	70
4.4 Perhitungan Kecepatan Pengelasan.....	73
4.5 Analisis <i>Heat Input</i> dan Keterkaitannya terhadap Hasil <i>Penetrant Test</i>	75
4.6 Hasil Uji Tarik	79
4.6.1 Prosedur Pengujian Tarik	79
4.6.2 Hasil Pengujian Tarik.....	80
4.6.3 Patahan Hasil Uji Tarik	83
4.6.4 Perhitungan <i>Stress</i> Pada Material Uji.....	85
4.6.5 Kesimpulan Hasil Pengujian Tarik	89

BAB V.....	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	94
LAMPIRAN 1.....	99
Foto Aktivitas Pengelasan	99
Foto Uji Tarik.....	100
LAMPIRAN 2.....	102
LAMPIRAN 3.....	103
Laporan Uji Tarik 2G.....	103
Kurva 2G 100 A.....	105
Laporan Uji Tarik 3G.....	106
Kurva 3G 100A.....	108
Lampiran 4	109
Biodata Diri.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengertian Pengelasan.....	6
Gambar 2. 2 Menyalakan Busur Pada Pesawat Las AC	10
Gambar 2. 3 Menyalakan Busur Pada Pesawat LasDC.....	11
Gambar 2. 4 Mengganti Elektroda	11
Gambar 2. 5 Gerakan Pengelasan	12
Gambar 2. 6 Karakteristik Hasil Pengelasan	13
Gambar 2. 7 <i>Groove Welds In Plate</i>	15
Gambar 2. 8 <i>Groove Weld In Pipe</i>	16
Gambar 2. 9 <i>Fillet Welds In Plate</i>	16
Gambar 2. 10 <i>Fillet Welds In Pipe</i>	17
Gambar 2. 11 Alur Sambungan Las Tumpul	19
Gambar 2. 12 Sambungan T	20
Gambar 2. 13 Sambungan Sudut	20
Gambar 2. 14 Posisi bawah tangan (<i>down hand</i>) IF / IG	25
Gambar 2. 15 Posisi mendatar (<i>horizontal</i>) 2F / 2G.....	25
Gambar 2. 16 Posisi Tegak (<i>vertical</i>) / 3 F / 3 G	26
Gambar 2. 17 Posisi atas kepala (<i>over head</i>) /4G /4F	26
Gambar 2. 18 Bentuk dan ukuran sambungan las tumpul dengan alur kampuh V (Singh et al., 2022).....	30
Gambar 2. 19 <i>Visual Inspection</i>	32
Gambar 2. 20 Cairan <i>Cleaner</i>	33
Gambar 2. 21 Cairan <i>Penetrant</i>	34
Gambar 2. 22 Cairan <i>Developer</i>	34
Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian.....	46
Gambar 4. 1 Pengelasan Posisi 2G Arus 80 A.....	48
Gambar 4. 2 Hasil Pengelasan Posisi 2G Arus 90 A.....	48
Gambar 4. 3 Hasil Pengelasan Posisi 2G Arus 100 A.....	49
Gambar 4. 4 Hasil Pengelasan Posisi 3G Arus 80 A.....	49
Gambar 4. 5 Hasil Pengelasan Posisi 3G Arus 90 A.....	49
Gambar 4. 6 Hasil Pengelasan Posisi 3G Arus 100 A.....	50

Gambar 4. 7 Cacat Las Porositi Posisi 2G Arus 80 A.....	51
Gambar 4. 8 Cacat Las Porositi Posisi 2G Arus 90 A.....	51
Gambar 4. 9 Cacat Las Porositi Posisi 3G Arus 80 A.....	51
Gambar 4. 10 Cacat Las Slag Inclusion 2G Arus 80 A.....	52
Gambar 4. 11 Cacat Las Slag Inclusion 2G Arus 90 A.....	53
Gambar 4. 12 Cacat Las Slag Inclusion 2G Arus 100 A.....	53
Gambar 4. 13 Cacat Las Slag Inclusion 3G Arus 80 A.....	53
Gambar 4. 14 Cacat Las Slag Inclusion 3G Arus 90 A.....	54
Gambar 4. 15 Cacat Las Undercut 2G Arus 80 A	55
Gambar 4. 16 Cacat Las Undercut 2G Arus 90 A	55
Gambar 4. 17 Cacat Las Undercut 2G Arus 100 A	55
Gambar 4. 18 Cacat Las Undercut 3G Arus 90 A	56
Gambar 4. 19 Cacat Las Undercut 3G Arus 100 A	56
Gambar 4. 20 Cacat Las Acr Strikes 2G Arus 80 A.....	57
Gambar 4. 21 Cacat Las Acr Strikes 2G Arus 100 A.....	57
Gambar 4. 22 Cacat Las Acr Strikes 2G Arus 100 A.....	58
Gambar 4. 23 Cacat Las Spatter 2G Arus 80 A	59
Gambar 4. 24 Cacat Las Spatter 2G Arus 90 A	59
Gambar 4. 25 Cacat Las Spatter 2G Arus 100 A	60
Gambar 4. 26 Cacat Las Spatter 3G Arus 80 A	60
Gambar 4. 27 Cacat Las Spatter 3G Arus 100 A	60
Gambar 4. 28 Cacat Las Underfill 2G Arus 80 A.....	62
Gambar 4. 29 Cacat Las Underfill 3G Arus 90 A.....	62
Gambar 4. 30 Cacat Las overlap 2G Arus 80 A	63
Gambar 4. 31 Cacat Las overlap 2G Arus 90 A	64
Gambar 4. 32 Cacat Las overlap 3G Arus 80 A	64
Gambar 4. 33 Cacat Las overlap 3G Arus 90 A	64
Gambar 4. 34 Hasil Tes Penetran 2G Arus 100 A.....	71
Gambar 4. 35 Hasil Tes Penetran 3G Arus 100 A.....	72
Gambar 4. 36 Design Specimen Uji Tarik ASMT E8	79
Gambar 4. 37 Hasil Patahan Specimen Uji Tarik Posisi Las	83
Gambar 4. 38 Specimen patahan setelah uji Tarik Posisi Las 2G & 3G	85

Gambar 4. 39 Grafik Perhitungan Stress dan Strain 2G 100A	88
Gambar 4. 40 Grafik Perhitungan Stress dan Strain 3G 100A	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kekuatan tarik menurut AWS	8
Tabel 2. 2 Jenis Selaput dan Pemakaian Arus	8
Tabel 2. 3 Karakteristik Hasil Pengelasan.....	14
Tabel 2. 4 Simbol Las Secara Umum.....	21
Tabel 2. 5 Bentuk Permukaan Jalur Las	22
Tabel 2. 6 Penerapan Simbol Las Sambungan Tumpul	23
Tabel 2. 7 Penerapan Simbol Las Sambungan Sudut.....	24
Tabel 2. 8 Hubungan Diameter dan Arus Pengelasan.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Secara Visual	65
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan kecepatan pengelasan	74
Tabel 4. 3 Perhitungan Heat Input	77
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Tarik welding posisi 2G	81
Tabel 4. 5 Luas Penampang Awal Specimen Uji Tarik	86
Tabel 4. 6 Perhitungan Stress Pada Specimen.....	87