



**ANALISIS PERUBAHAN NILAI DISTORSI PADA  
PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING V JOINT  
MENGUNAKAN CLAMPING UNTUK BAJA SS 400  
MELALUI PENDEKATAN SIMULASI SIMUFACT WELDING**

**SKRIPSI**

**NAUFAL HAKIM**

**2010311033**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**2024**



**ANALISIS PERUBAHAN NILAI DISTORSI PADA  
PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING V JOINT  
MENGUNAKAN CLAMPING UNTUK BAJA SS 400  
MELALUI PENDEKATAN SIMULASI SIMUFACT WELDING**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik**

**NAUFAL HAKIM**

**2010311033**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI


Skripsi diajukan oleh:

Nama : Naufal Hakim  
NIM : 2010311033  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : ANALISIS PERUBAHAN NILAI DISTORSI PADA  
PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING V  
JOINT MENGGUNAKAN CLAMPING UNTUK  
BAJA SS 400 MELALUI PENDEKATAN SIMULASI  
SIMUFACT WELDING


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.





**Budhi Martana, S.T., M.M.**  
Penguji Utama




**Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T.**  
Penguji Lembaga



**Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D**  
Penguji III (Pembimbing)



**Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T.,  
M.T., IPM., ASEAN Eng**  
Pit. Dekan Fakultas Teknik



**Ir. Fahrudin, S.T., M.T.**  
Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 23 Juli 2024

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

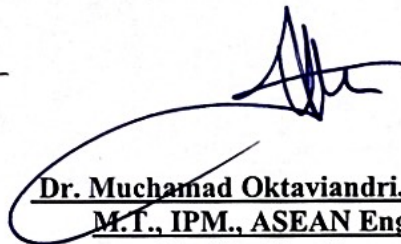
Nama : Naufal Hakim  
NIM : 2010311033  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : ANALISIS PERUBAHAN NILAI DISTORSI PADA  
PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING V  
JOINT MENGGUNAKAN CLAMPING UNTUK  
BAJA SS 400 MELALUI PENDEKATAN SIMULASI  
SIMUFACT WELDING

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

Menyetujui,



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D  
Pembimbing I



Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T.,  
M.T., IPM., ASEAN Eng  
Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.  
Kepala Program Studi Teknik Mesin

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Naufal Hakim

NIM : 2010311033

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 21 Juni 2024

Yang menyatakan.

  
Naufal Hakim

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naufal Hakim

NIM : 2010311033

Program Studi : Teknik Mesin

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul :

**“ANALISIS PERUBAHAN NILAI DISTORSI PADA PENGELASAN GAS  
METAL ARC WELDING V JOINT MENGGUNAKAN CLAMPING  
UNTUK BAJA SS 400 MELALUI PENDEKATAN SIMULASI SIMUFACT  
WELDING”**

Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 21 Juni 2024

Yang menyatakan,



Naufal Hakim

# **ANALISIS PERUBAHAN NILAI DISTORSI PADA PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING V JOINT MENGUNAKAN CLAMPING UNTUK BAJA SS 400 MELALUI PENDEKATAN SIMULASI SIMUFACT WELDING**

**NAUFAL HAKIM**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan nilai distorsi pada pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) dengan sambungan V Joint pada baja SS 400, menggunakan pendekatan simulasi dengan perangkat lunak Simufact Welding serta pengujian langsung. Fokus utama penelitian ini adalah membandingkan persentase perbedaan nilai distorsi antara kedua metode tersebut dan mengevaluasi efektivitas metode *clamping* dalam mengurangi distorsi. Simulasi dilakukan untuk memodelkan dan memprediksi perubahan distorsi dengan berbagai parameter pengelasan dan konfigurasi *clamping*, sementara pengujian langsung dilakukan untuk memvalidasi hasil simulasi tersebut. Metode *clamping* diharapkan dapat mengurangi deformasi dan distorsi yang terjadi selama proses pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nilai distorsi yang signifikan antara hasil simulasi dan pengujian langsung. Efektivitas *clamping* dalam mengurangi distorsi diuji dan dibandingkan, menunjukkan bahwa *clamping* secara signifikan mengurangi nilai distorsi baik dalam simulasi maupun pengujian langsung. Analisis ini menghasilkan persentase nilai hasil distorsi melalui simulasi dan pengujian sebesar 69,8%.

**Kata Kunci** : *Clamping, Distorsi, Simulasi, V Joint*

**ANALYSIS OF CHANGES IN DISTORTION VALUE IN GAS  
METAL ARC WELDING V JOINT USING CLAMPING FOR SS  
400 STEEL THROUGH SIMUFACT WELDING SIMULATION  
APPROACH**

**NAUFAL HAKIM**

**ABSTRACT**

*This research aims to examine changes in distortion values in Gas Metal Arc Welding (GMAW) welding with V Joint connections on SS 400 steel, using a simulation approach with Simufact Welding software and direct testing. The main focus of this research is to compare the percentage difference in distortion values between the two methods and evaluate the effectiveness of the clamping method in reducing distortion. Simulations were carried out to model and predict changes in distortion with various welding parameters and clamping configurations, while direct testing was carried out to validate the simulation results. The clamping method is expected to reduce deformation and distortion that occurs during the welding process. The research results show that there is a significant difference in distortion values between the simulation results and direct testing. The effectiveness of clamping in reducing distortion was tested and compared, showing that clamping significantly reduces distortion values in both simulation and live testing. This analysis brings the result of distortion simulation and experiment value comparison of 69,8%.*

**Keyword** : Clamping, Distortion, Simulation, V Joint



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis telah menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu. Adapun penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa skripsi ini pun tak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dikesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, yang selalu mendoakan serta memberikan semangat kepada penulis setiap waktu.
2. Naila Hadiandini selaku pedamping moral penulis yang selalu membantu dengan doa dan dukungan yang kuat.
3. Daiva Adzani selaku rekan penulis yang selalu memberikan dorongan untuk kelancaran dalam skripsi.
4. Seluruh keluarga penulis yang memberikan bantuan dalam berbagai hal demi kelancaran dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi.
6. Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng selaku dosen pembimbing II dalam penulisan skripsi.
7. Bapak Fahrudin, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi.
8. Seluruh jajaran dosen dan staf di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah membantu semua proses perizinan serta administrasi.
9. Rika Diana, S.T. selaku kakak tingkat yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir.
10. Prof. Jupiter, Dr. Keval, Dr. Yousuf selaku pembimbing yang telah membantu dalam analisis mesh pelat dan welding pada penelitian.

11. Abdul Rahman, Ihsan Naufal Azmi, Muhammad Alfayad Mahmud, Rifqi Hafiz Afdani, Muhammad Fatih Kusumah, Muhammad Aryasatya, Muhammad Rasyiid Wijaya, Athallah Nabel Abhitah, Rafi Muhammad Fakhziar selaku sahabat yang telah memberikan, ide, tempat berkeluh kesah, dukungan, dan motivasi selama penulisan skripsi.
12. Mahasiswa Program Studi *Master Degree* Kejuruteraan Mekanikal SMRI Universiti Teknologi Mara Shah Alam, Malaysia yang telah memberikan ide dan kontribusi dalam proses analisis.
13. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019, 2020, 2021, 2022 yang telah memberikan dukungan dan juga doa.

Dengan rendah hati penulis pun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Juni 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Proses Pengelasan.....	6
2.3 Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW).....	7
2.4 <i>Distorsi Pengelasan dan Residual Stress</i> .....	8
2.5 Variasi Distorsi Pengelasan .....	10
2.6 <i>Heat Affected Zone</i> .....	10
2.7 <i>Finite Element Method</i> .....	12
2.8 <i>High Strength Low Alloy Steel</i> .....	16
2.8 Pengukuran Distorsi .....	16
2.10 <i>Metal Inert Gas</i> (MIG) .....	15
2.11 Gas Pelindung .....	16

<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 <i>Diagram Alir</i> .....	18
3.2 Studi Literatur .....	18
3.3 Observasi .....	19
3.4 Menentukan Parameter Melalui Simulasi .....	20
3.5 Persiapan Alat dan Bahan .....	24
3.6 Pengelasan .....	25
3.7 Proses Clamping .....	26
3.8 Proses Pengelasan .....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>18</b>
4.1 Hasil Desain 3 Dimensi (Geometri) .....	18
4.1.1 Hasil Geometri Pelat .....	18
4.1.2 Hasil Geometri <i>Clamping</i> dan <i>Bearing</i> .....	19
4.2 Hasil <i>Meshing</i> Pelat .....	20
4.2.1 Hasil <i>Meshing Simufact.welding</i> .....	30
4.3 <i>Weld Line Trajectory</i> .....	31
4.4 Parameter Pengelasan .....	32
4.5 Goldak Pengelasan .....	33
4.6 Hasil Simulasi Pengelasan .....	36
4.6.1 Hasil Temperatur Maksimum .....	36
4.6.2 Hasil Distorsi Pengelasan .....	36
4.7 Hasil Pengujian Lapangan .....	47
4.7.1 Hasil Pengukuran Distorsi .....	47
4.7.2 Hasil Penetrasi Pengelasan .....	49
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54

**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Jenis Sambungan Pengelasan .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Ilustrasi Proses GMAW.....	8
<b>Gambar 2.3</b> Variasi Distorsi Pengelasan .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Ilustrasi <i>Heat Affected Zone</i> (HAZ).....	11
<b>Gambar 2.5</b> Pengaruh Tebal Terhadap Perubahan Sudut.....	14
<b>Gambar 2.6</b> Penyusutan transverse selama pengelasan dan pendinginan .....	14
<b>Gambar 2.7</b> Jenis Sambungan Las .....	15
<b>Gambar 2.8</b> Jenis Pengukuran Distorsi Menggunakan Penggaris/mistar.....	15
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	17
<b>Gambar 3.2</b> Interface Parameter Simufact.welding .....	19
<b>Gambar 3.3</b> Pengaruh temperatur dengan struktur metalurgi selama pengelasan.....	20
<b>Gambar 3.4</b> Tab Parameter Simulasi.....	21
<b>Gambar 3.5</b> Parameter Waktu Pengelasan .....	22
<b>Gambar 3.6</b> Pelat Baja SS400.....	23
<b>Gambar 3.7</b> Dimensi Pelat Pengelasan.....	23
<b>Gambar 3.8</b> Pembuatan dan Pengukuran Kemiringan Kampuh .....	24
<b>Gambar 3.9</b> Aplikasi <i>Clamping</i> Pada Pelat .....	25
<b>Gambar 3.10</b> Proses Simulasi .....	25
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Pemodelan Pelat dengan <i>Groove</i> 30 Derajat.....	26
<b>Gambar 4.2</b> Hasil <i>Assembly</i> Pelat .....	28
<b>Gambar 4.3</b> Geometri <i>Clamping Cuboid</i> .....	28
<b>Gambar 4.4</b> Geometri <i>Clamping Cylindric</i> .....	29
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Pembuatan <i>Meshing</i> Pelat .....	30
<b>Gambar 4.6</b> Hasil <i>Meshing</i> Komponen .....	30
<b>Gambar 4.7</b> <i>Fillet Generation Setup</i> .....	32
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Goldak Kuat Arus 70 A.....	33
<b>Gambar 4.9</b> Hasil Goldak Kuat Arus 90 A.....	34
<b>Gambar 4.10</b> Hasil Goldak Kuat Arus 110 A.....	34
<b>Gambar 4.11</b> Hasil Goldak Kuat Arus 130 A.....	35
<b>Gambar 4.12</b> Hasil Goldak Kuat Arus 150 A.....	35

<b>Gambar 4.13</b>	Grafik Distorsi Kuat Arus 70 A.....	38
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik Distorsi Kuat Arus 90 A.....	40
<b>Gambar 4.15</b>	Grafik Distorsi Kuat Arus 110 A.....	42
<b>Gambar 4.16</b>	Grafik Distorsi Kuat Arus 130 A.....	44
<b>Gambar 4.17</b>	Grafik Distorsi Kuat Arus 150 A.....	46
<b>Gambar 4.18</b>	Pengukuran Distorsi Menggunakan <i>Dial Gauge</i> .....	47
<b>Gambar 4.19</b>	Tampak Belakang Hasil Pengelasan Pelat.....	49
<b>Gambar 4.20</b>	Hasil Penetrasi Pengelasan Variasi 90 A, 110 A, 130 A.....	50
<b>Gambar 4.21</b>	Grafik Validasi Simulasi dan Eksperimen sebelum <i>cooling</i> .....	50
<b>Gambar 4.22</b>	Grafik Validasi Simulasi dan Eksperimen setelah <i>cooling</i> .....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Kimia Logam Induk .....	23
<b>Tabel 3.2</b> Komposisi Kimia Kawat Las GMAW .....	24
<b>Tabel 3.3</b> Karakteristik Material Kawat Las GMAW .....	24
<b>Tabel 3.4</b> Tabel Parameter Pengelasan .....	26
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Koordinat <i>Trajectory</i> .....	31
<b>Tabel 4.2</b> Parameter Tetap Pengelasan .....	32
<b>Tabel 4.3</b> Parameter Bebas Pengelasan .....	33
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Perubahan Temperatur Maksimum Terhadap Kuar Arus.....	36
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Distorsi Kuat Arus 70 A .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Distorsi Kuat Arus 90 A .....	39
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Distorsi Kuat Arus 110 A .....	41
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Distorsi Kuat Arus 130 A .....	43
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Distorsi Kuat Arus 150 A .....	45
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Distorsi Pengujian Lapangan .....	47
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Penetrasi Pengelasan.....	49
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Validasi Simulasi dan Eksperimen.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** *Letter of Invitation from UiTM Shah Alam Malaysia*
- Lampiran 2.** Visualisasi Distorsi 70 A
- Lampiran 3.** Visualisasi Distorsi 90 A
- Lampiran 4.** Visualisasi Distorsi 110 A
- Lampiran 5.** Visualisasi Distorsi 130 A
- Lampiran 6.** Visualisasi Distorsi 150 A
- Lampiran 7.** *Plastic Strain 70 A*
- Lampiran 8.** *Plastic Strain 90 A*
- Lampiran 9.** *Plastic Strain 110 A*
- Lampiran 10.** *Plastic Strain 130 A*
- Lampiran 11.** *Plastic Strain 150 A*
- Lampiran 12.** Hasil Pengelasan 70 A, 90 A, 110 A, 130 A, 150 A
- Lampiran 13.** Konfigurasi Robot GMAW
- Lampiran 14.** Pengukuran Distorsi Menggunakan *Dial Gauge*