

**SKRIPSI**

**ANALISIS TEGANGAN SISA PADA PENGELASAN  
MATERIAL PIPA API 5L Gr B DENGAN METODE  
ELEMEN HINGGA**



**MUHAMMAD NASRULLAH  
03051181722022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**SKRIPSI**

**ANALISIS TEGANGAN SISA PADA PENGELASAN  
MATERIAL PIPA API 5L Gr B DENGAN METODE  
ELEMEN HINGGA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**Oleh:  
MUHAMMAD NASRULLAH  
03051181722022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS TEGANGAN SISA PADA PENGELASAN MATERIAL PIPA API 5L Gr B DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

### SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

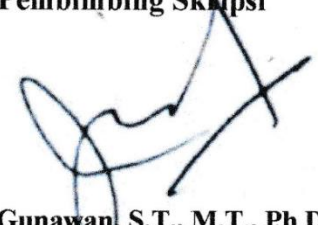
**MUHAMMAD NASRULLAH  
03051181722022**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001**

**Indralaya, 27 Juli 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi**



**Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 197705072001121001**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :**

---

## **SKRIPSI**

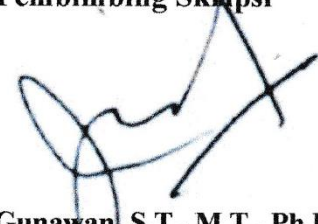
**Nama : MUHAMMAD NASRULLAH  
NIM : 03051181722022  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Judul Skripsi : ANALISIS TEGANGAN SISA PADA  
PENGELASAN MATERIAL PIPA API 5L Gr B  
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA  
Dibuat tanggal : 25 JANUARI 2021  
Selesai Tanggal : 8 JULI 2021**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001**

**Indralaya, 27 Juli 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi**



**Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 197705072001121001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

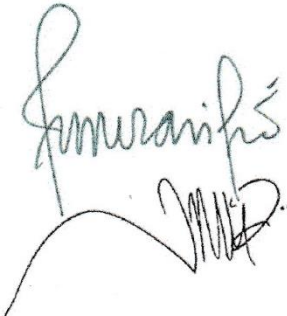
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISIS TEGANGAN SISA PADA PENGELASAN MATERIAL PIPA API 5L Gr B DENGAN METODE ELEMEN HINGGA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Juli 2021

Indralaya, 20 Juli 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Amir Arifin, S.T,M.Eng, Ph.D.  
NIP. 197909272003121004

(  )

Sekretaris :

2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.  
NIP. 198711302019031006


(  )

Anggota :

3. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D.  
NIP. 198106302006041001

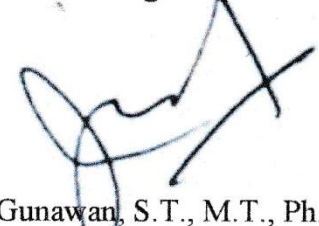
(  )

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, 27 Juli 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing Skripsi

  
Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19770507 200112 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang Sarjana pada jurusan teknik Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisis Tegangan Sisa Pada Pengelasan Material Pipa API 5L Gr B Dengan Metode Elemen Hingga”.

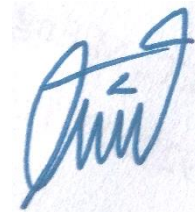
Dalam penyusunan tulisan laporan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian laporan ini. Terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Abdul Wahab Ali (alm) dan Ibu Ika Apriyanti selaku kedua orang tua saya beserta seluruh keluarga besar yang telah berusaha dengan keras dan selalu memberikan dukungan dalam segala hal yang saya lakukan.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen pembimbing skripsi dan selaku Pembina Tim Sriwijaya Eco serta Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
6. Staf Administrasi dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Tim programmer Sistem Informasi Departemen Inspeksi Teknik PT. PUSRI sekaligus sahabat seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi, Ulhaq, Hafiz dan Zultonik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan-keterbatasan yang penulis miliki. Oleh

karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar menjadi pelajaran dan membuat skripsi ini bisa lebih baik lagi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua orang.

Palembang, 8 Juli 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M Nasrullah', written in a cursive style.

M Nasrullah

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Nasrullah

NIM : 03051181722022

Judul : Analisis Tegangan Sisa Pada Pengelasan Material Pipa API 5L  
Gr B dengan Metode Elemen Hingga

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 8 Juli 2021



M Nasrullah

NIM. 03051181722022



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Nasrullah  
NIM : 0305181722022  
Judul : Analisis Tegangan Sisa Pada Pengelasan Material Pipa API 5L  
Gr B Dengan Metode Elemen Hingga

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya 8 Juli 2021

M Nasrullah

NIM. 03051181722022

## RINGKASAN

### ANALISIS TEGANGAN SISA PADA PENGELASAN MATERIAL PIPA API 5L Gr B DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 9 Juli 2021

M Nasrullah; Dibimbing oleh Gunawan, S.T., M.T., P.hD.

66 Halaman, 4 tabel, 39 gambar, 6 lampiran

## RINGKASAN

Pengelasan memiliki peranan sangat penting dalam bidang industri dan manufaktur, salah satu jenis pengelasan yang sering dipakai pada manufaktur dan industri adalah pengelasan antar pipa, pengelasan ini juga digunakan pada bidang perkapalan, *offshore structure*, *pressure vessel*, *boiler* serta berbagai macam pipa saluran dan sistem perpipaan lainnya. Maka sudah menjadi hal lumrah salah satu masalah yang sangat penting dan dapat menentukan sifat dan kekuatan sambungan las adalah adanya tegangan sisa yang terjadi baik selama proses lasan ataupun sejak material diproses atau akibat dari mesin pada material tersebut. Pada sistem perpipaan yang bekerja pada temperatur dan tekanan yang tinggi seringkali diperlukan penyambungan dengan pipa-pipa berbeda material properties dan sifat fisiknya, tetapi perbedaan material inilah yang akan menyebabkan distribusi tegangan sisa hasil pengelasan menjadi tidak merata untuk setiap jenis material pipa yang dilas. Adapun efek dari tegangan sisa tersebut yaitu distorsi dan terjadinya kerusakan dini pada lasan. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu adanya suatu perlakuan (*treatment*) yang dapat memprediksi adanya tegangan sisa pada material pipa tersebut. Maka dari itu,

dilakukanlah analisis tegangan sisa terhadap pipa pada penelitian karya tulis ilmiah kali ini dengan mengikuti *Welding Procedure Specification*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat pemodelan pengelasan pada pipa API 5L Gr B dan menganalisis tegangan sisa yang terjadi pada pengelasan pipa API 5L Gr B. Dengan demikian, bisa memprediksi tegangan sisa pada pengelasan pipa API 5L Gr B. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebuah laptop (Acer Aspire E5-421) dan dua buah *software* yaitu JMatPro dan Abaqus 2017. Proses simulasi diawali dengan mencari beberapa nilai parameter uji pada *software* JMatPro seperti: *modulus young, density, flow stress, thermal conductivity, expansion coeff, specific heat*. Setelah itu, proses selanjutnya dilakukan dengan *software* abaqus 2017 dengan beberapa proses seperti: membuat model specimen, penginputan material property, meshing model specimen, dan dilanjutkan dengan plugin *abaqus welding interface* untuk membuat weld model. Penelitian menggunakan tiga model meshing model 1 dengan jumlah element 3870, model 2 dengan jumlah element 6072, model 3 dengan jumlah element 10192. Pada saat selesai melakukan simulasi didapatkan hasil tegangan sisa maksimum pada daerah HAZ model 1 sebesar 304,1 MPa dan base material sebesar 729,9 MPa, pada daerah HAZ model 2 sebesar 361,9 MPa dan base material sebesar 723,8 MPa dan pada daerah HAZ model 3 sebesar 416,7 MPa dan base material sebesar 714,9. Sehingga dapat disimpulkan tegangan sisa maksimum terbesar pada daerah HAZ pada model 3 dan pada daerah base material tegangan maksimum terbesar pada model 1. Diperlukan pengujian secara experimental untuk hasil yang lebih akurat.

**Kata Kunci** : *Residual Stress, JMatPro, Abaqus 2017, Abaqus Welding Interface, Pipa API 5L Gr B*

## **SUMMARY**

### **RESIDUAL STRESS ANALYSIS ON API 5L Gr B PIPE MATERIAL WELDING WITH FINITE ELEMENT METHOD**

Scientific writing in the form of a thesis, 9 Juli 2021

M Nasrullah; Supervised by Gunawan, S.T., M.T., P.hD.

66 Halaman, 4 tabel, 39 gambar, 6 lampiran

## **SUMMARY**

Welding has a very important role in industry and manufacturing, one type of welding that is often used in manufacturing and industry is welding between pipes, this welding is also used in shipping, offshore structures, pressure vessels, boilers and various kinds of pipelines and piping systems. So it is commonplace that one of the most important problems that can determine the nature and strength of welded joints is the presence of residual stresses that occur either during the welding process or since the material is processed or as a result of the machine on the material. In piping systems that work at high temperatures and pressures, it is often necessary to connect pipes with different material properties and physical properties, but this material difference will cause the distribution of residual stresses to be uneven for each type of pipe material being welded. The effects of the residual stress are distortion and premature damage to the weld. Based on these problems, it is necessary to have a treatment that can predict the residual stress in the pipe material. Therefore, an analysis of the residual stress on the pipe was carried out in this scientific research paper by following the Welding Procedure Specification. This study aims to make welding modeling on API 5L Gr B pipes and analyze the residual stresses that occur in welding API

5L Gr B pipes. Thus, it can predict the residual stresses in welding API 5L Gr B pipes. The tool used in this study is a laptop (Acer Aspire E5-421) and two pieces of software, namely JMatPro and Abaqus 2017. The simulation process begins with finding some test parameter values in the JMatPro software such as: young modulus, density, flow stress, thermal conductivity, expansion coeff, specific heat. After that, the next process is carried out with the abaqus 2017 software with several processes such as: making a specimen model, inputting material properties, meshing the specimen model, and continuing with the abaqus welding interface plugin to create a weld model. The study used three meshing models model 1 with the number of elements 3870, model 2 with the number of elements 6072, model 3 with the number of elements 10192. When the simulation was finished, the maximum residual stress in the HAZ model 1 area was 304.1 MPa and the base material was 729.9 MPa, in the HAZ model 2 area of 361.9 MPa and the base material of 723.8 MPa and in the HAZ model 3 area of 416.7 MPa and the base material of 714.9. So it can be concluded that the maximum residual stress is in the HAZ area in model 3 and in the base material area the largest maximum stress is in model 1. Experimental testing is needed for more accurate results.

**Key Word** : *Residual Stress, JMatPro, Abaqus 2017, Abaqus Welding Interface, API 5L Gr B Pipe*

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	iii
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Persetujuan.....	ix
Kata Pengantar .....	xi
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	xiii
Halaman Pernyataan Integritas.....	xv
Ringkasan .....	xvii
Summary .....	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran .....	xxvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Studi Literatur .....	5
2.2 Pengelasan.....	6
2.3 <i>Welding Procedure Spesification (WPS)</i> .....	7
2.4 Tegangan Sisa Pada Pengelasan .....	8
2.5 Efek Tegangan Sisa Pada Hasil Las .....	10
2.5.1 Distorsi.....	10
2.6 Metode Pengukuran Tegangan Sisa .....	12
2.7 Metode Elemen Hingga .....	12

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	15
3.2	Tahapan Penelitian.....	16
3.3	Spesifikasi Spesimen.....	17
3.4	Peralatan.....	17

### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Deskripsi Komponen Uji .....	19
4.2	Analisis Tegangan Sisa .....	29
4.2.1	Pemodelan Geometri .....	29
4.2.2	Material Property .....	31
4.2.3	Meshing Pemodelan Geometri .....	33
4.2.4	<i>Abaqus Welding Interface</i> .....	34
4.2.5	Job.....	41
4.2.6	Hasil .....	42

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49

Daftar Rujukan .....	51
----------------------	----

Daftar Lampiran .....	53
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Pengelasan .....	9
Gambar 4. 1 <i>Modulus Young vs Temperature</i> Pipa API 5L Gr B.....	20
Gambar 4. 2 <i>Modulus Young vs Temperature</i> Elektroda E7010.....	21
Gambar 4. 3 <i>Thermal Conductivity vs Temperature</i> Pipa API 5L.....	22
Gambar 4. 4 <i>Thermal Conductivity vs Temperature</i> Elektroda E7010.....	22
Gambar 4. 5 <i>Density vs Temperature</i> Pipa API 5L Gr B.....	23
Gambar 4. 6 <i>Density vs Temperature</i> Elektroda E7010.....	24
Gambar 4. 7 <i>Flow Stress</i> Pipa API 5L Gr B .....	25
Gambar 4. 8 <i>Flow Stress</i> Elektroda E7010 .....	25
Gambar 4. 9 <i>Expansion Coeff vs Temperature</i> Pipa API 5L Gr B .....	26
Gambar 4. 10 <i>Expansion Coeff vs Temperature</i> Elektroda E7010 .....	27
Gambar 4. 11 <i>Specific Heat vs Temperature</i> Pipa API 5L Gr B.....	28
Gambar 4. 12 <i>Specific Heat vs Temperature</i> Elektroda E7010 .....	28
Gambar 4. 13 Dimensi Model Penelitian .....	29
Gambar 4. 14 Model 3D.....	30
Gambar 4. 15 <i>Material</i> Pipa API 5L Gr B .....	31
Gambar 4. 16 <i>Material</i> Elektroda E7010 .....	31
Gambar 4. 17 <i>Section Assignment</i> Pada <i>Base Material</i> .....	32
Gambar 4. 18 <i>Section Assignment</i> Pada <i>Bead Lasan</i> .....	32
Gambar 4. 19 Model 1 .....	33
Gambar 4. 20 Model 2.....	33
Gambar 4. 21 Model 3.....	34
Gambar 4. 22 <i>Weld Model</i> .....	35
Gambar 4. 23 <i>Welds Attribute 3D</i> .....	36
Gambar 4. 24 <i>3D Bead Creation</i> .....	36
Gambar 4. 25 <i>Pass Contols Step 3D</i> .....	37
Gambar 4. 26 <i>Pass Manager 3D</i> .....	38
Gambar 4. 27 <i>Exsisting Passes</i> .....	39
Gambar 4. 28 <i>Job Controls</i> .....	40



Gambar 4. 29 <i>Job Manager</i> .....	41
Gambar 4. 30 Hasil <i>Heat Transfer Job</i> Pada Model 1 .....	42
Gambar 4. 31 Hasil <i>Stress Analysis</i> Pada Model 1.....	43
Gambar 4. 32 Hasil <i>Heat Transfer Job</i> Pada Model 2 .....	43
Gambar 4. 33 Hasil <i>Stress Analysis</i> Pada Model 2.....	44
Gambar 4. 34 Hasil <i>Heat Transfer Job</i> Pada Model 3 .....	44
Gambar 4. 35 Hasil <i>Stress Analysis</i> Pada Model 3.....	45
Gambar 4. 36 Grafik S, <i>Misess</i> Pada <i>Job Stress Analysis</i> .....	46
Gambar 4. 37 Grafik S, S11 Pada <i>Job Stress Analysis</i> .....	47
Gambar 4. 38 Grafik S, S22 Pada <i>Job Stress Analysis</i> .....	48
Gambar 4. 39 Grafik S, S33 Pada <i>Job Stress Analysis</i> .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Komposisi Kimia Pipa API 5L Gr B (octalsteel.com, 2012)	19
Tabel 4. 2 Komposisi Kimia Elektroda E7010 (Inweld Corporation, 2015) ...	19
Tabel 4. 3 Waktu dan Hasil Proses <i>Runing</i> .....	42
Tabel 4. 4 Hasil <i>Job Heat Transfer</i> dan <i>Stress Analysis</i> .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Welding Procedure Specification</i> .....	53
Lampiran 2 <i>Software</i> .....	54
Lampiran 3 Hasil <i>Heat Transfer</i> Per Beads .....	55
Lampiran 4 Hasil <i>Stress Analysis</i> Model 1 per Beads.....	58
Lampiran 5 Hasil <i>Stress Analysis</i> Model 2 per Bead.....	61
Lampiran 6 Hasil <i>Stress Analysis</i> Model 3 per Bead .....	64

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini penggunaan teknologi pengelasan memegang peranan yang sangat penting dalam bidang manufaktur dan industri. Salah satu jenis pengelasan yang sering dipakai pada manufaktur dan industri adalah pengelasan antar pipa, jenis pengelasan ini juga digunakan di kapal, struktur lepas pantai, bejana tekan, boiler, dan berbagai saluran pipa dan sistem perpipaan lainnya. Pada dasarnya pengelasan merupakan suatu proses penyambungan secara lokal beberapa logam atau non logam dengan cara melebur logam dimana logam pengisi akan direkatkan atau tidak.

Di antara banyaknya bagian-bagian perpipaan serta penyambungan pipa pada bidang industri hampir semua dilakukan menggunakan metode pengelasan, maka sudah menjadi hal lumrah salah satu masalah yang sangat penting dan dapat menentukan sifat dan kekuatan sambungan las adalah adanya tegangan sisa yang terjadi baik selama proses lasan ataupun sejak material diproses atau akibat dari mesin pada material tersebut. Pada sistem perpipaan yang bekerja pada temperatur dan tekanan yang tinggi seringkali diperlukan penyambungan dengan pipa-pipa berbeda material properties dan sifat fisiknya, tetapi perbedaan material inilah yang akan menyebabkan distribusi tegangan sisa hasil pengelasan menjadi tidak merata untuk setiap jenis material pipa yang dilas. Adapun efek dari tegangan sisa tersebut yaitu distorsi dan terjadinya kerusakan dini pada lasan. Dengan fasilitas komputasi modern, teknik elemen hingga (FE) menjadi metode efektif untuk memprediksi dan penilaian dari tegangan sisa dan distorsi (Stamenkovic, 2009).

Di antara berbagai teknik yang digunakan untuk mengukur tegangan sisa pada logam, seperti teknik relaksasi tegangan, teknik difraksi, teknik retak, dan teknik sensitif tegangan, hasil yang diperoleh dengan menentukan distribusi

tegangan sisa yang lengkap tidak optimal, dan sebagian besar teknik ini adalah memakan waktu dan mahal, dan beberapa proses dari teknik tersebut dapat merusak material. Berdasarkan uraian diatas, dilakukanlah penelitian berjudul Analisis Tegangan Sisa Pada Pengelasan Material Pipa API 5L Gr B Dengan Metode Elemen Hingga.

## 1.2 Rumusan Masalah

Tegangan sisa merupakan salah satu parameter yang harus diperhatikan pada proses pengelasan karena tegangan sisa dapat berdampak pada hasil pengelasan. Saat ini Belum banyaknya analisis mengenai Tegangan sisa pada pengelasan pipa API 5L Gr B.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini menggunakan software abaqus 2017.
2. Dalam penelitan ini menggunakan *abaqus welding interface plugin*.
3. Material yang digunakan pipa API 5L Gr B
4. Dalam penelitian ini permodelan specimen diasumsikan sempurna tidak ada cacat.
5. Dalam penelitian ini parameter pengelasan dibuat default.
6. Dalam penelitian ini perpindahan panas secara radiasi diasumsikan tidak begitu berpengaruh sehingga didalam permodelan diabaikan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan pengelasan pada pipa API 5L Gr B.
2. Menganalisis tegangan sisa pada pengelasan pipa API 5L Gr B.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat model pengelasan pipa API 5L Gr B.
2. Dapat memprediksi tegangan sisa sebelum dilakukannya pengelasan secara langsung.
3. Dapat mempelajari arah perpindahan panas saat pengelasan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Azimzadegan, T., & Serajzadeh, S. (2010). Thermo-mechanical modeling of friction stir welding. *International Journal of Materials Research*, 101(3), 390–397. <https://doi.org/10.3139/146.110281>
- Baskoro, A. S., Tandian, R., Haikal, Edyanto, A., & Saragih, A. S. (2017). Automatic Tungsten Inert Gas (TIG) welding using machine vision and neural network on material SS304. 2016 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICAC SIS 2016, 427–432. <https://doi.org/10.1109/ICAC SIS.2016.7872739>
- Deng, D. (2009). FEM prediction of welding residual stress and distortion in carbon steel considering phase transformation effects. 30, 359–366. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.04.052>
- Dezhparvar, E., Yazdian, N., Craft, B., Smith, S., & Kovacevic, R. (2018). Numerical simulation and experimental validation of residual stress and welding distortion induced by laser-based welding processes of thin structural steel plates in butt joint configuration. *Optics and Laser Technology*, 104, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2018.02.026>
- Elmesalamy, A. S., Abdolvand, H., Walsh, J. N., Francis, J. A., Suder, W., Williams, S., & Li, L. (2016). International Journal of Pressure Vessels and Piping Measurement and modelling of the residual stresses in autogenous and narrow gap laser welded AISI grade 316L stainless steel plates. 147, 64–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2016.09.007>
- Inweld Corporation. (2015). Inweld 7010 Data Sheet.
- Kou, S. (2002). Welding Metallurgy Second Edition. In *Proceedings of the Geologists' Association* (Vol. 73, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(62\)80017-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(62)80017-0)
- Kudryavtsev, Y., & Kleiman, J. (2012). Ultrasonic measurement of residual stresses in welded elements and structures. 19th European Conference on Fracture: Fracture Mechanics for Durability, Reliability and Safety, ECF 2012.
- Magga, R. (2012). Pengaruh pembentukan tegangan sisa pada hasil pengelasan.
- Octalsteel. (2015). API 5L Grade B Pipe Specification. [www.Octalsteel.Com](http://www.Octalsteel.Com). 25 Mei 2021
- Parikin, A. . I., & Bandriyana, B. (2013). Analisis Tegangan Sisa Paduan Z R N B MOGE Menggunakan Teknik Difraksi Neutron. 9–18.
- Saputra, B. Y. (2012). Prediksi Tegangan Sisa Pada Pengelasan Beda Logam (Dissimilar Metal) Dengan Menggunakan Analisa Metoda Elemen Hingga.
- Setyawati, S. Y., Mulyadi, Y., & Winarto, G. D. (2011). Analisa Pengaruh

Tegangan Sisa dan Distorsi Pada Pengelasan Butt Joint dan T Joint Dengan Variasi Tebal Plat. 1–11.

Stamenkovic, D. (2009). Finite Element Analysis of Residual Stress in Butt Welding Two Similar Plates. *Computer*, 1, 57–60.