

TUGAS AKHIR

ANALISA HASIL PROSES PENGELASAN GTAW PADA PIPA ASTM A106 DENGAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST RADIOGRAPHIC TESTING* BERDASARKAN *CODE ASME B31.3*

Diajukan untuk melengkapi tugas-tugas guna memenuhi
persyaratan mencapai gelar Sarjana Strata (S-1)
Program Studi Teknik Sistem Perkapalan



**OLEH:
STEFANUS BOANERGES SILITONGA
2023320905**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2025**



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : STEFANUS BOANERGES SILITONGA
NIM : 2023320905
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas : Teknologi Kelautan (FTK)
Program Studi : S1
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA HASIL PROSES PENGELASAN GTAW PADA PIPA
ASTM A106 DENGAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST*
RADIOGRAPHIC TESTING BERDASARKAN *CODE ASME*
B31.3”**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah sebenar-benar karya saya sendiri dan tidak mengandung bahan-bahan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftarpustaka Tugas Akhir ini.



2023320905



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : STEFANUS BOANERGES SILITONGA
NIM : 2023320905
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas : Teknologi Kelautan (FTK)
Program Studi : SI
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA HASIL PROSES PENGELASAN GTAW PADA PIPA ASTM
A106 DENGAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST RADIOGRAPHIC
TESTING* BERDASARKAN *CODE ASME B31.3*”**

Telah melaksanakan ujian sidang Tugas Akhir pada tanggal 30 Juli 2025 dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui :

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Aldyn Clinton Partahi Oloan ST., MT.

NIDN: 0319129203

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Dr. Maswar Muslim ST., M.Sc

NIDN: 0331086905



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

SURAT KETERANGAN PERMOHONAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR & SEMINAR KODE MK 32140210

Nama : STEFANUS BOANERGES SILITONGA
NIM : 2023320905
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA HASIL PROSES PENGELASAN GTAW PADA PIPA ASTM
A106 DENGAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST RADIOGRAPHIC
TESTING* BERDASARKAN *CODE ASME B31.3*”**

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tersebut:

No	Dosen Pembimbing	Diketahui, Tanggal	Tanda Tangan
1	Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin	24 Juli 2025	
2	Aldyn Clinton, S.T., M.T.	24 Juli 2025	

Batam, 08 juni 2025

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Aldyn Clinton Partahi Oloan ST., MT.

NIDN: 0319129203

Koordinator Tugas Akhir TSP

Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin

NIDN: 0317078701

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Dr. Meswar Muslim ST., M.Sc

NIDN: 0331086905



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450
Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052
E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : http://www.unsada.ac.id

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : STEFANUS BOANERGES SILITONGA
NIM : 2023320905
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA HASIL PROSES PENGELASAN GTAW PADA PIPA ASTM
A106 DENGAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST RADIOGRAPHIC*
TESTING BERDASARKAN CODE ASME B31.3”**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	05/10/2024	Latar belakang, tujuan, rumusan masalah dan tinjauan pustaka	
2	05/10/2024	Metodologi penelitian	
3	03/07/2025	Perbaikan kata pengantar	
4	03/07/2025	Perbaikan analisa dan pembahasan	
5	07/07/2025	Perbaikan font, jarak spasi	
6	08/07/2025	Kesimpulan dan saran	
7	11/07/2025	perbaikan daftar pustaka	
8	12/07/2025	Perbaikan laporan	

Dosen Pembimbing 1

Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin, ST., MT.



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : STEFANUS BOANERGES SILITONGA
NIM : 2023320905
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA HASIL PROSES PENGELASAN GTAW PADA PIPA ASTM
A106 DENGAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST RADIOGRAPHIC
TESTING* BERDASARKAN *CODE ASME B31.3*”**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	05/10/2024	Latar belakang, tujuan, rumusan masalah dan tinjauan pustaka	<u>ac</u>
2	05/10/2024	Metodologi penelitian	<u>ac</u>
3	03/07/2025	Perbaikan kata pengantar	<u>ac</u>
4	03/07/2025	Perbaikan analisa dan pembahasan	<u>ac</u>
5	07/07/2025	Perbaikan font, jarak spasi	<u>ac</u>
6	08/07/2025	Kesimpulan dan saran	<u>ac</u>
7	11/07/2025	perbaikan daftar pustaka	<u>ac</u>
8	12/07/2025	Perbaikan laporan	<u>ac</u>

Dosen Pembimbing 2

Aldyn Clinton, S.T., M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisa hasil proses pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) pada pipa *ASTM A106* dengan metode pengujian tak merusak menggunakan *Radiographic Testing* (RT) berdasarkan standar *ASME B31.3*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kualitas sambungan las dan mengidentifikasi cacat yang muncul pada hasil pengelasan. Penelitian dilakukan di *PT Rotary Engineering Indonesia* dengan menggunakan spesimen pipa berukuran *4 inch schedule 80*. Proses inspeksi radiografi dilakukan pada joint nomor 11 dari *drawing DM-214*, dengan pembacaan film radiografi pada tiga area limit (0–1, 1–2, dan 2–0). Hasil pengujian menunjukkan adanya dua jenis cacat utama yaitu *incomplete penetration* dan *porosity*. Berdasarkan analisa terhadap *acceptance criteria ASME B31.3*, ditemukan bahwa beberapa cacat masuk kategori tidak diterima (*reject*), sehingga diperlukan proses *repair welding*. Penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan prosedur pengelasan dan inspeksi sesuai standar untuk menjamin keselamatan dan kualitas struktur perpipaan.

Kata Kunci: *GTAW, ASTM A106, Radiographic Testing, ASME B31.3, Cacat Las, Non Destructive Test.*

ABSTRACT

This research analyzes the welding results of GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) on ASTM A106 pipe using the non-destructive testing method of Radiographic Testing (RT), based on the ASME B31.3 code. The aim of the study is to evaluate the quality of weld joints and identify any defects in the welding results. The research was conducted at PT Rotary Engineering Indonesia using 4-inch schedule 80 pipe specimens. Radiographic inspection was applied to joint number 11 from drawing DM-214, with film interpretation on three marking limits (0-1, 1-2, and 2-0). The results revealed two primary types of welding defects: incomplete penetration and porosity. Based on analysis using ASME B31.3 acceptance criteria, some defects were categorized as rejectable, requiring repair welding. This study emphasizes the importance of adhering to proper welding and inspection procedures according to established standards to ensure the safety and quality of piping structures.

Keywords: *GTAW, ASTM A106, Radiographic Testing, ASME B31.3, Welding Defects, Non-Destructive Test.*

Kata Pengantar

Puji syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa, Atas Berkat dan Rahmat-Nya Proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar strata I (S-1) adalah dengan menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas Akhir adalah salah satu mata kuliah yang wajib untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada.

Selama proses penyelesaian Tugas Akhir berlangsung sampai terselesaikan, banyak orang – orang yang mendukung penulis baik itu secara moral maupun materil.

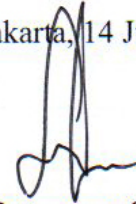
Selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini, banyak pihak yang turut membantu saya dalam proses pengerjaan, baik itu moral maupun material. Dalam kesempatan ini perkenankan saya untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang Tua dan adik-adik saya, yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar untuk saya.
2. Dr. Muswar Muslim, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
3. Dr. Mohammad Danil Arifin, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir TSP sekaligus pembimbing 1 saya di Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
4. Bapak Aldyn Clinton, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Sistem Perkapalan sekaligus dosen pembimbing 2 saya yang selalu memberikan masukan dan arahan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen serta karyawan Fakultas Teknologi Kelautan.
6. Rekan - rekan Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
7. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, baik dalam penulisan maupun dalam penyampaian bahasan

Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun agar kesempurnaan dan hasil yang baik untuk kedepannya. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terkhusus untuk kemajuan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada.

Jakarta, 14 Juni 2025



Stefanus Boanerges Silitonga

(2023320905)

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	5
DAFTAR GAMBAR.....	7
Daftar Tabel.....	9
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
2.1 Rumusan Masalah	4
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Sistematika penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian terdahulu	7
2.2 Pipa Baja.....	8
2.2.1 Baja karbon rendah (<i>Low Carbon Steel</i>)	10
2.2.2 Baja Karbon Menengah (<i>Medium Carbon Steel</i>)	11
2.2.3 Baja karbon tinggi (<i>High Carbon Steel</i>).....	12
2.3 Baja ASTM A106	13
2.3.1 Sifat mekanik baja	14
2.3.2 Sifat mekanik	14
2.3.3 Mill Certificate.....	14
2.4 Welding process.....	15
2.4.1 Pengelasan GTAW	16
2.4.2 Daerah lasan	17
2.5 Elektroda.....	19
2.6 Kawat las LNT Ni2.....	21
2.7 Tipe sambungan las	21
2.8 Welding position.....	23
2.9 Cacat Pengelasan	29
2.10 <i>Fit up</i>	33
2.11 <i>Visual inspection</i>	34
2.12 <i>Non Destructive Test</i>	36
2.12.1 <i>Radiographic Testing</i>	37
2.12.2 PIPING CODE & STANDARD	38
BAB III.....	40

METODOLOGI PENELITIAN.....	40
3.1 Waktu dan tempat.....	40
3.1.1 Lokasi penelitian.....	40
3.1.2 Waktu penelitian.....	40
3.2 Metode Pengambilan data.....	41
3.3 Analisis data.....	41
3.3.1 Alat penelitian.....	42
3.3.2 Persiapan pengelasan.....	48
3.3.3. Radiographic testing.....	50
3.4 Jadwal pengerjaan.....	50
3.5 Diagram alir.....	51
BAB IV.....	52
ANALISA DATA.....	52
4.1 Material uji.....	52
4.2 Marking limit.....	55
4.3 Analisa film.....	57
5.1 KESIMPULAN.....	69
5.2 SARAN.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Fso Puteri Dulang	1
Gambar 2. 1 Prinsi Kerja Pengelasan Gtaw	17
Gambar 2. 2 Penamaan Sistem Zona	19
Gambar 2. 3 Elektrode Specification	20
Gambar 2. 4 Chemical Composition Requirments.....	21
Gambar 2. 5 Welding Types Joint	23
Gambar 2. 6 Flat Welding Test Position 1g.....	24
Gambar 2. 7 Horizontal Welding Test Position 2g.....	25
Gambar 2. 8 Flat, Vertical, Horizontal Welding Test Position 5G.....	25
Gambar 2. 9 Multiple Welding Test Position 6g.....	26
Gambar 2. 10 Flat Welding Test Position 1f.....	27
Gambar 2. 11 Horizontal Welding Test Position 2f.....	27
Gambar 2. 12 Overhead Welding Test Position 4f.....	28
Gambar 2. 13 Multiple Welding Test Position 5f.....	29
Gambar 2. 14 Porosity	30
Gambar 2. 15 Crack	31
Gambar 2. 16 Incomplete Penetration.....	32
Gambar 2. 17 Incomplete Fuison.....	32
Gambar 2. 18 Undercut.....	33
Gambar 2. 19 Fit Up Inspection.....	34
Gambar 2. 20 Visual Inspection.....	36
Gambar 2. 21 Cacat Las Dengan Hasil Fim Radiographic	38
Gambar 3. 1 mesin Las Gtaw	42
Gambar 3. 2 Elektrode Er80s-Ni2	43
Gambar 3. 3 Gas Pelindung	44
Gambar 3. 4 Cutting Roll.....	45
Gambar 3. 5 Gamma Ray Source	46
Gambar 3. 6 Film Radiografi (Radiographic Film)	47
Gambar 3. 7 Film Viewer Radiographic.....	48
Gambar 3. 8 Pemotongan Material Dan Pembuatan Bevel).....	48
Gambar 3. 9 Fit Up.....	49
Gambar 3. 10 Pengelasan Gtaw	50
Gambar 3. 11 Diagram Alir	51
Gambar 4. 1 Drawing Spool	53
Gambar 4. 2 Material Certificate	54
Gambar 4. 3 Material Uji.....	55
Gambar 4. 4 Marking Limit 0-1.....	56
Gambar 4. 5 Marking Limit 1-2.....	56
Gambar 4. 6 Marking Limit 2-0.....	57
Gambar 4. 7 Film Limit 0-1.....	58
Gambar 4. 8 Film Limit 1-2.....	58

Gambar 4. 9 Film Limit 2-0.....	59
Gambar 4. 10 Incomplete Penetration.....	59
Gambar 4. 11 Sketch Incomplete Penetration.....	60
Gambar 4. 12 Porosity (Rounded)	60
Gambar 4. 13 Rt Report.....	61
Gambar 4. 14 Proses Repair Welding.....	63
Gambar 4. 15 Re-Weld	64
Gambar 4. 16 Film Limit 0-1 After Repair.....	65
Gambar 4. 17 Film Limit 1-2 After Repair.....	65
Gambar 4. 18 Film Limit 2-0 After Repair.....	66
Gambar 4. 19 Cacat Las Porosity	66
Gambar 4. 20 Rt Report After Repair.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Baja Karbon Rendah	11
Tabel 2. 2 Kandungan Baja Karbon Menengah	12
Tabel 2. 3 Kandungan Baja Karbon Tinggi	13
Tabel 2. 4 Kandungan Baja Karbon A106	13
Tabel 2. 5 Sifat Mekanik Pada Baja A106	14
Tabel 2. 6 Kimia Kawat Elektroda Lincoln Ni2	21
Tabel 2. 7 Sifat Mekanik Kawat Elektroda Lincoln Ni2.....	21