



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW PADA
MATERIAL BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN
METODE *NON DESTRUCTIVE TEST LIQUID
PENETRANT EXAMINATION* DI WAHANA DUNIA
FANTASI**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Ivan Mulyadi Hutabarat
NIM. 2302311172**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW PADA
MATERIAL BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN
METODE *NON DESTRUCTIVE TEST LIQUID
PENETRANT EXAMINATION* DI WAHANA DUNIA
FANTASI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

**Ivan Mulyadi Hutabarat
NIM. 2302311172**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI 2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST* *LIQUID PENETRANT EXAMINATION* DI WAHANA DUNIA FANTASI

Oleh:

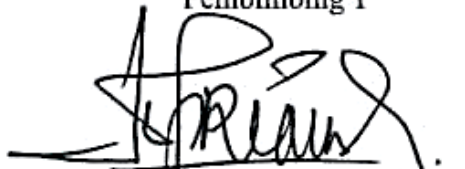
Ivan Mulyadi Hutabarat

NIM. 2302311172

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1


Asep Apriana, S.T., M.Kom.
NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2


Dr. Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.
NIP. 199306062019032030

Kepala Program Studi
D3 Teknik Mesin


Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN METODE *NON DESTRUCTIVE TEST* *LIQUID PENETRANT EXAMINATION* DI WAHANA DUNIA FANTASI

Oleh:

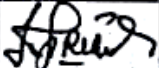
Ivan Mulyadi Hutabarat

NIM. 2302311172

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 13 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Asep Apriana, S.T., M.Kom. NIP. 196211101989031004	Ketua		13 Juli 2026
2.	Ahmad Bustomi, S.T., M.Tr.T. NIP. 199107252024061001	Anggota		13 Juli 2026
3.	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Anggota		13 Juli 2026

Depok, 13 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ivan Mulyadi Hutabarat

NIM : 2302311172

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 13 Juli 2026



Ivan Mulyadi Hutabarat
NIM. 2302311172

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN *METODE NON DESTRUCTIVE TEST LIQUID PENETRANT EXAMINATION* DI WAHANA DUNIA FANTASI

Ivan Mulyadi Hutabarat¹⁾, Asep Apriana¹⁾, Isnanda Nuriskasari¹⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Kampus UI Depok, 16424

Email: ivan.mulyadi.hutabarat.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Keselamatan struktur pada wahana hiburan publik, seperti yang ada di Dunia Fantasi, sangat bergantung pada kualitas sambungan las yang terus-menerus menahan beban dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas pengelasan SMAW pada material baja karbon SS400 menggunakan metode *Non-Destructive Test (NDT) Liquid Penetrant Examination* pada komponen wahana Bianglala. Pengujian dilakukan di PT Serayu Teknologi Indonesia dengan mengacu pada prosedur standar ISO 3452-1, sedangkan tingkat keberterimaan cacat dievaluasi berdasarkan ISO 23277. Inspeksi difokuskan pada sambungan las kupingan tiang penyangga (Unit 3 J.2). Hasil inspeksi awal pada 12 April 2026 menunjukkan adanya cacat permukaan berupa porositas sepanjang 10 mm, yang menghasilkan status ditolak (*Reject*). Setelah dilakukan tindakan perbaikan melalui *repair welding*, inspeksi ulang pada 14 April 2026 menunjukkan tidak ada indikasi cacat yang melebihi batas keberterimaan, sehingga dinyatakan diterima (*Accept*). Penelitian ini memberikan implikasi praktis yang signifikan bagi manajemen perawatan wahana rekreasi sejenis dalam menyusun skema inspeksi berkala dan prosedur perbaikan terstandar guna meminimalkan risiko kegagalan struktur akibat akumulasi beban dinamis operasional secara berkelanjutan.

Kata kunci: *Liquid Penetrant Examination*, Pengelasan SMAW, Baja SS400, Porositas, ISO 3452-1, ISO 23277.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN METODE NON DESTRUCTIVE TEST LIQUID PENETRANT EXAMINATION DI WAHANA DUNIA FANTASI

Ivan Mulyadi Hutabarat¹⁾, Asep Apriana¹⁾, Isnanda Nuriskasari¹⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Kampus UI Depok, 16424

Email: ivan.mulyadi.hutabarat.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The structural safety of public amusement rides, such as those in Dunia Fantasi, highly depends on the quality of welded joints that constantly endure dynamic loads. This study aims to analyze the quality of SMAW welding on SS400 carbon steel material using the Non-Destructive Test (NDT) Liquid Penetrant Examination method on Bianglala ride components. The testing was conducted at PT Serayu Teknologi Indonesia, referencing the standard procedure of ISO 3452-1, while the defect acceptance level was evaluated based on ISO 23277. The inspection focused on the support pillar ear welded joint (Unit 3 J.2). Initial inspection results on April 12, 2026, revealed a surface defect in the form of a 10 mm porosity, resulting in a Reject status. Following corrective action via repair welding, a re-inspection on April 14, 2026, showed no defect indications exceeding the acceptance limit, thus being declared Accept. This study provides significant practical implications for the maintenance management of similar amusement rides in developing periodic inspection schemes and standardized repair procedures to minimize the risk of structural failure due to the accumulation of continuous operational dynamic loads.

Keywords: Liquid Penetrant Examination, SMAW Welding, SS400 Steel, Porosity, ISO 3452-1, ISO 23277.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“Analisis Hasil Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon SS400 Menggunakan Metode *Non Destructive Test Liquid Penetrant Examination* di Wahana Dunia Fantasi”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
6. PT Serayu Teknologi Indonesia, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian serta memperoleh data yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
7. Teman-teman serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan pada masa yang akan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

datang. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang inspeksi pengelasan dan pengujian tidak merusak.

Jakarta, 28 Juni 2026

Ivan Mulyadi Hutabarat
NIM. 2302311172





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Manfaat Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengujian Material.....	5
2.1.1 Tujuan Pengujian Material.....	5
2.1.2 Jenis-Jenis Pengujian Material.....	6
2.2 <i>Non Destructive Test</i>	7
2.2.1 Tujuan Penggunaan NDT.....	7
2.2.2 Jenis-Jenis Metode NDT.....	8
2.3 <i>Liquid Penetrant Examination</i>	10
2.3.1 Prinsip Kerja <i>Liquid Penetrant Examination</i>	11
2.3.2 Jenis-Jenis <i>Liquid Penetrant</i>	12
2.3.3 Tahapan Pengujian <i>Liquid Penetrant Examination</i>	12
2.3.4 Faktor yang Memengaruhi Hasil Pengujian.....	15
2.3.5 Kriteria Evaluasi Hasil Pengujian.....	16
2.4 Pengertian Pengelasan.....	16
2.5 Pengelasan <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i>	17



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.1 Prinsip Kerja SMAW	17
2.5.2 Peralatan SMAW	18
2.5.3 Jenis Elektroda SMAW	18
2.5.4 Parameter Pengelasan SMAW	19
2.5.5 Posisi Pengelasan SMAW	21
2.5.6 Kelebihan dan Kekurangan SMAW	21
2.6 Cacat Pengelasan.....	21
2.6.1 Penyebab Terjadinya Cacat Pengelasan	22
2.6.2 Jenis-Jenis Cacat Pengelasan pada SMAW.....	22
2.6.3 Dampak Cacat Pengelasan terhadap Kekuatan Sambungan	23
2.6.4 Mendeteksi Cacat dengan <i>Liquid Penetrant Examination</i>	23
2.7 Material Baja Karbon SS400	24
2.7.1 Komposisi Kimia Baja SS400.....	24
2.7.2 Sifat Mekanik Baja SS400	25
2.7.3 Karakteristik Pengelasan Baja SS400	26
2.7.4 Penggunaan Baja SS400 dalam Industri	26
2.8 Standar Pengujian.....	27
2.8.1 ISO 3452-1	27
2.8.2 ISO 23277	28
2.8.3 Kriteria Evaluasi dan Batas Keberterimaan ISO 23277.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Diagram Alir Pengerjaan.....	30
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Identifikasi Jenis Cacat	33
4.1.1 Pelaksanaan Pengujian <i>Liquid Penetrant Examination</i>	33
4.1.2 Hasil Pengujian <i>Liquid Penetrant Examination</i>	34
4.1.3 Analisis Jenis Cacat yang Ditemukan	36
4.2 Analisis Tingkat Keberterimaan Berdasarkan ISO 23277 dan ISO 3452-1	37
4.2.1 Hasil Inspeksi Awal	37
4.2.2 Hasil setelah Perbaikan dan Inspeksi Ulang	38



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.3 Analisis Mekanika Kegagalan dan Kualifikasi Standar ISO 23277.....	40
4.3 Evaluasi Kualitas Sambungan Las Berdasarkan Hasil Inspeksi	41
4.3.1 Kondisi Sambungan Sebelum Perbaikan	41
4.3.2 Kondisi Sambungan Setelah Perbaikan	42
4.3.3 Evaluasi Akhir Kualitas Sambungan Las	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengujian NDT <i>Liquid Penetrant Test</i>	8
Gambar 2.2 Pengujian NDT <i>Magnetic Particle Test</i>	9
Gambar 2.3 Pengujian NDT <i>Ultrasonic Test</i>	9
Gambar 2.4 Pengujian NDT <i>Radiographic Test</i>	10
Gambar 2.5 Cairan <i>Paint Remover</i> untuk Pembersihan Lapisan Cat	13
Gambar 2.6 Cairan <i>Penetrant</i> Merek Magnaflux	13
Gambar 2.7 Cairan Pembersih Sisa <i>Penetrant</i> Merek Magnaflux	14
Gambar 2.8 Cairan <i>Developer</i> Merek Magnaflux.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan.....	30
Gambar 4.1 Wahana Bianglala Dunia Fantasi sebagai Objek Utama Evaluasi Integritas Sambungan Las	33
Gambar 4.2 Pengujian <i>Penetrant</i> pada Lasan Kuping Tiang Penyangga Unit 3 J.2	35
Gambar 4.3 Indikasi <i>Porosity</i> pada Sambungan Las Unit 3 J.2.....	35
Gambar 4.4 Pengujian <i>Penetrant</i> Ulang pada Lasan setelah Tindakan <i>Repair Welding</i>	38
Gambar 4.5 Hasil Inspeksi Ulang setelah Aplikasi Cairan <i>Developer</i> Pascaperbaikan.....	39

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Baja SS400	25
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja SS400	25
Tabel 2.3 Batas Keberterimaan Indikasi Cacat Las Menurut ISO 23277	29
Tabel 4.1 Hasil Inspeksi <i>Liquid Penetrant Examination</i> Tanggal 12 April 2026 .	35
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi setelah Repair dan Inspeksi Ulang	39



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keselamatan struktur pada fasilitas wahana hiburan publik merupakan aspek penting karena berkaitan langsung dengan keamanan operasional dan keselamatan pengunjung. Struktur wahana hiburan umumnya menggunakan konstruksi baja dengan sambungan las karena memiliki kekuatan tinggi dan efisiensi biaya. Salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) karena fleksibel digunakan di lapangan dan mampu menghasilkan sambungan yang kuat. Namun, kualitas hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh parameter pengelasan dan keterampilan operator sehingga berpotensi menimbulkan cacat las apabila proses tidak dilakukan dengan baik [1], [2].

Material baja karbon SS400 banyak digunakan pada konstruksi industri dan wahana hiburan karena memiliki *weldability* yang baik, kekuatan cukup tinggi, dan biaya yang ekonomis. Meskipun demikian, sambungan las pada material SS400 tetap memiliki risiko mengalami cacat seperti *porosity*, *crack*, *slag inclusion*, *incomplete fusion*, dan *undercut* yang dapat menurunkan kekuatan struktur. Variasi arus dan elektroda pada pengelasan SMAW diketahui berpengaruh terhadap munculnya cacat pengelasan pada baja SS400 [3]. Pada struktur wahana Dunia Fantasi, sambungan las menerima beban dinamis, getaran, dan beban kejut secara terus-menerus selama operasi. Selain itu, lingkungan pesisir dengan tingkat kelembapan dan salinitas tinggi dapat mempercepat korosi pada material baja karbon. Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya kerusakan atau kegagalan struktur apabila terdapat cacat las yang tidak terdeteksi sejak dini [4], [5].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Evaluasi literatur terhadap kegagalan mekanis pada struktur las yang menerima beban dinamis menunjukkan bahwa sebagian besar kerusakan dipicu oleh fenomena kelelahan material yang berawal dari adanya diskontinuitas permukaan. Siklus pembebanan berulang secara terus-menerus selama masa operasional menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan lokal pada area kaki maupun manik las, sehingga cacat mikro yang awalnya tidak terlihat dapat merambat menjadi retak makro yang fatal bagi integritas seluruh konstruksi. Pada berbagai struktur rekayasa atau fasilitas rekreasi dengan tingkat pergerakan tinggi, getaran mekanis dan beban kejut terbukti mempercepat akumulasi regangan internal, terutama jika sambungan lasan tidak memiliki tingkat homogenitas metalurgi yang sempurna akibat deviasi parameter arus.

Pada umumnya, data mengenai kekuatan sambungan las baja SS400 diperoleh dari pengujian skala laboratorium yang kondisinya terkontrol. Namun, pengujian tersebut belum menggambarkan keadaan sebenarnya di lapangan, di mana sambungan las harus menahan getaran terus-menerus serta menghadapi risiko kerusakan akibat udara pantai yang korosif. Untuk mengatasi keterbatasan data tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji langsung keandalan sambungan las pada tiang penopang wahana yang aktif beroperasi. Melalui langkah ini, diperoleh dasar yang kuat untuk mendeteksi kerusakan sejak dini dan mencegah terjadinya kegagalan struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa saja jenis cacat permukaan yang ditemukan pada hasil pengelasan SMAW pada material baja karbon SS400 di komponen Bianglala Dunia Fantasi?
2. Bagaimana tingkat keberterimaan cacat permukaan tersebut ketika diuji berdasarkan standar ISO 23277 dan ISO 3452-1?
3. Bagaimana kualitas serta kelayakan sambungan las pada struktur penopang wahana tersebut sebelum dan sesudah dilakukan tindakan perbaikan?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis cacat permukaan pada hasil pengelasan SMAW material SS400 menggunakan metode *Liquid Penetrant Examination*.
2. Menganalisis tingkat keberterimaan hasil pengelasan berdasarkan standar ISO 23277 dan ISO 3452-1.
3. Mengevaluasi kualitas sambungan las pada struktur wahana Dunia Fantasi berdasarkan hasil inspeksi *Liquid Penetrant Examination*.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan keterampilan dalam pelaksanaan inspeksi *Non Destructive Test* (NDT) menggunakan metode *Liquid Penetrant Examination* pada sambungan las SMAW material SS400 sesuai standar ISO 3452-1 dan ISO 23277.
2. Memberikan data dan informasi mengenai kualitas sambungan las pada struktur wahana Dunia Fantasi sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam menjaga keamanan dan keandalan struktur.
3. Menjadi referensi bagi mahasiswa Teknik Mesin dalam mempelajari penerapan metode NDT khususnya *Liquid Penetrant Examination* pada bidang inspeksi pengelasan.
4. Memberikan informasi mengenai pentingnya pengendalian kualitas hasil pengelasan melalui metode inspeksi non destruktif untuk meminimalkan risiko kegagalan struktur akibat cacat las.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tujuan penulisan, manfaat penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, meliputi *Non Destructive Test* (NDT), *Liquid Penetrant Examination*, pengelasan SMAW, material baja karbon SS400, jenis cacat pengelasan, serta standar ISO yang digunakan.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, tahapan penelitian, alat dan bahan, prosedur pelaksanaan inspeksi, serta teknik analisis data hasil pengujian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengujian *Liquid Penetrant Examination* pada sambungan las SMAW material SS400, analisis jenis cacat yang ditemukan, serta evaluasi tingkat keberterimaan berdasarkan standar ISO 23277.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian maupun penerapan di dunia industri.

6. DAFTAR PUSTAKA

Berisi sumber referensi berupa buku, jurnal, standar internasional, dan sumber ilmiah lain yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

7. LAMPIRAN

Berisi data pendukung, dokumentasi penelitian, serta hasil pengujian yang mendukung isi laporan Tugas Akhir.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai inspeksi sambungan las pada kupingan tiang penyangga wahana Bianglala Dunia Fantasi menggunakan metode *Liquid Penetrant Examination*, dapat diambil beberapa kesimpulan strategis sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian *Liquid Penetrant Examination* pada sambungan las SMAW material baja karbon SS400 komponen Unit 3 J.2, jenis cacat permukaan yang berhasil diidentifikasi adalah cacat porositas. Cacat ini muncul pada permukaan las setelah proses aplikasi *developer* dalam bentuk indikasi bulat dengan dimensi sumbu utama sepanjang 10 mm.
2. Hasil analisis tingkat keberterimaan menunjukkan bahwa pada inspeksi awal tanggal 12 April 2026, sambungan las dinyatakan ditolak (*Reject*) menurut standar ISO 23277 karena dimensi cacat porositas (10 mm) melampaui ambang batas toleransi keselamatan tertinggi yang diizinkan (maksimal $d \leq 8$ mm untuk Level 3). Namun, setelah dilakukan tindakan perbaikan melalui *repair welding*, hasil inspeksi ulang pada 14 April 2026 berdasarkan prosedur ISO 3452-1 menunjukkan bahwa tidak ditemukan lagi indikasi cacat yang melebihi batas kriteria keberterimaan sehingga statusnya dinyatakan diterima (*Accept*).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. valuasi akhir menunjukkan adanya peningkatan kualitas yang nyata pada sambungan las di wahana Dunia Fantasi. Kondisi lasan yang awalnya dinilai kurang baik dan berisiko mengalami kerusakan saat wahana berputar, kini menjadi jauh lebih baik dan kuat setelah diperbaiki. Karena sudah memenuhi standar keamanan yang berlaku, sambungan las tersebut dinyatakan sangat layak dan aman untuk digunakan kembali dalam operasional sehari-hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Pelaksanaan inspeksi *Liquid Penetrant Examination* sebaiknya dilakukan secara berkala sebagai bagian dari program pemeliharaan preventif agar cacat permukaan pada sambungan las dapat dideteksi sejak dini sebelum berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius.
2. Proses pengelasan hendaknya dilaksanakan sesuai prosedur yang berlaku dengan memperhatikan parameter pengelasan, kondisi material, serta penggunaan elektroda yang sesuai untuk meminimalkan terjadinya cacat pengelasan.
3. Untuk penelitian selanjutnya, inspeksi dapat dikombinasikan dengan metode *Non Destructive Test* lainnya, seperti *Ultrasonic Testing* (UT) atau *Magnetic Particle Testing* (MT), sehingga hasil evaluasi kualitas sambungan las menjadi lebih komprehensif.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. S. Imam Ibnu Pamungkas, Nani Mulyaningsih, “Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekutan Tarik Baja Karbon SS400,” *J. Mer-C*, vol. 2, no. 2, pp. 16–21, 2019.
- [2] S. Mikro, P. Baja, J. I. S. Ss, J. H. S. Ronggowaluyo, T. Timur, and K. Barat, “Program Studi Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Singaperbangsa Karawang 24 Desmon , Semuel ; Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Kombinasi Smaw Dan Gtaw Terhadap Pengujian Kekerasan , Kekuatan Impak Serta Pengamatan Struktur Mikro Pada Baj,” vol. 8, no. 1, pp. 24–33, 2022.
- [3] M. Rauf Al Faiq, S. Hastuti, and N. Mulyaningsih, “Defect analysis of butt joint type SMAW welding connection of SS400 steel material using liquid penetrant and ultrasonic test methods,” *J. Weld. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 4–8, 2025.
- [4] Bisri and Hasan, “Pengaruh Media Pendinginan Pada Proses Pengelasan Smaw Material Baja SS400 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro,” pp. 55–60, 2019.
- [5] M. Z. Mubarak and T. Machfuroh, “Welding Quality Control of SS400 Steel for Ducting at PT. XYZ with SQC Method,” *G-Tech J. Appl. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 2178–2189, 2024.
- [6] T. Endramawan, E. Haris, F. Dionisius, and Y. Prinka, “Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3G Butt Joint,” *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 3, no. 2, pp. 44–48, 2017, doi: 10.31884/jtt.v3i2.61.
- [7] “Kajian liquid penetrant test (pt) dalam,” vol. 11, 2026.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [8] J. Teknologi, "INSPEKSI LIQUID PENETRANT SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW PADA," vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [9] G. Avilla, B. Suhendra, and V. Naubnome, "Elektroda Pada Pengelasan Smaw Terhadap Cacat Las Pada Pengelasan Baja Ss400 Dengan Metode Non-," *J. Kaji. Tek. Mesin*, 2021.
- [10] S. Ramadhani, B. Basyirun, R. Rusiyanto, and S. Sunyoto, "Pengaruh Variasi Temperatur Preheat Pada Pengelasan Smaw Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja Karbon SS400," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2022, doi: 10.21831/dinamika.v7i1.46929.
- [11] American Welding Society (AWS), *Structural Welding Code - Steel (AWS D1.1)*, Miami: AWS, 2020.
- [12] W. D. Callister dan D. G. Rethwisch, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, John Wiley & Sons, 2018.
- [13] Badan Standardisasi Nasional, *Seni dan Hiburan - Wahana Rekreasi Pasar Malam - Bagian 1: Konstruksi dan Keselamatan*, SNI ISO 17842-1:2015.
- [14] T. S. Preview, "INTERNATIONAL STANDARD Penetrant testing — Acceptance levels iTeh STANDARD PREVIEW iTeh STANDARD PREVIEW," vol. 2015, 2015.