

## IMPLEMENTASI *DOCUMENT CONTROL* DALAM PENGELASAN PIPA P1 MENGUNAKAN METODE *GTAW*

Fahmi Fakhriansyah Purwanto<sup>1</sup>, Aulia Fajrin<sup>2</sup>, Danang Cahyagi<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Batam Program Studi Teknik Mesin  
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: [Fahmifakhriansyah040103@gmail.com](mailto:Fahmifakhriansyah040103@gmail.com)

### Abstrak

Pengelasan pipa jenis P1 dengan metode *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* sangat penting untuk industri. *Document control* untuk memastikan bahwa proses pengelasan sesuai dengan standar *ASME Section IX (2019)* dan *ASME B31.3 (2018)*, serta untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan kepatuhan terhadap standar *ASME Section IX (2019)* dan *ASME B31.3 (2018)* dan metode non-destructive test (NDT) yang digunakan untuk menguji kualitas pengelasan yaitu Radiographic Test (RT) dan Magnetic Test (MT). Hasil dari penelitian ini memahami pipa P1, prinsip dasar *GTAW*, dan prosedur kontrol kualitas seperti *WPS-W-398*, *PQR-W-398*, *RT*, dan *MT*. Dokumen *WPS-W-398* yang berisi spesifikasi material dan cara pengelasan, serta *PQR-W-398* yang menguji prosedur pengelasan, menunjukkan bahwa semua langkah pengelasan memenuhi standar yang diperlukan. Pengujian *RT* dan *MT* menunjukkan bahwa tidak ada masalah signifikan pada pengelasan, sesuai dengan persyaratan standar. Kesimpulannya, implementasi dokumen kontrol yang baik dalam pengelasan pipa P1 menggunakan *GTAW* sangat membantu memastikan kepatuhan terhadap standar, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan efisiensi dan hasil pengelasan yang berkualitas menunjukkan bahwa manajemen dokumen yang baik sangat penting untuk menjaga keandalan sistem perpipaan pada suhu rendah.

**Kata kunci:** Pengelasan, *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*, *Document Control*

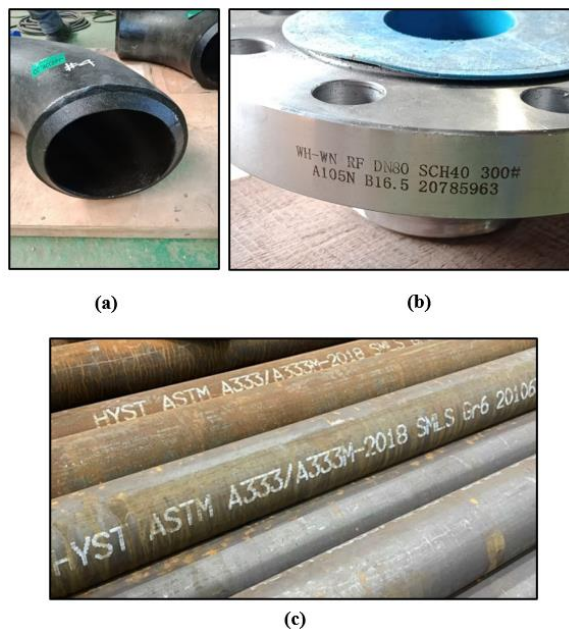
### Abstract

*Welding P1 type pipes using the Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) method is very important for industry. Document control to ensure that the welding process complies with ASME Section IX (2019) and ASME B31.3 (2018) standards, as well as to increase efficiency and quality of welding results. This research aims to ensure compliance with ASME Section IX (2019) and ASME B31.3 (2018) standards and the non-destructive test (NDT) methods used to test welding quality, namely Radiographic Test (RT) and Magnetic Test (MT). The results of this research understand the P1 pipe, the basic principles of GTAW, and quality control procedures such as WPS-W-398, PQR-W-398, RT, and MT. Documents WPS-W-398 containing specifications for materials and welding methods, as well as PQR-W-398 testing welding procedures, show that all welding steps meet the required standards. RT and MT testing showed that there were no significant problems with welding, in accordance with standard requirements. In conclusion, the implementation of good control documents in P1 pipe welding using GTAW really helps ensure compliance with standards, reduces errors, and increases efficiency and quality welding results showing that good document management is very important to maintain the reliability of piping systems at low temperatures.*

**Keywords:** *Welding, Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), Document Control*

## 1 Pendahuluan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua bagian logam sampai titik rekristalisasi atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas untuk pencair bahan yang dilas [1]. Penelitian ini merupakan Implementasi *Document Control* dalam pengelasan pipa P1 menggunakan metode *GTAW*. *Document control* berfungsi untuk membuat pencacatan atau dokumentasi agar pengawasan proyek dapat berjalan dengan baik [2]. Metode Gas Tungsten Arc Welding (*GTAW*) adalah proses pengelasan busur listrik elektroda tidak terumpan (*non-consumable*) yang menggunakan gas mulia untuk melindungi elektroda dari udara luar langkah ini dapat dilakukan secara manual atau otomatis [3]. *Code section* yang digunakan pada pengelasan ini yaitu *ASME Section IX* (2019) yang merupakan spesifikasi *American Society of Mechanical Engineers*, guna memberikan panduan prosedur pengelasan yang digunakan untuk berbagai pemilihan bahan, proses pengelasan pengujian kualitas hingga hasil. Pada Gambar 1 (a,b dan c). Material pipa P1 adalah material berbahan *ASTM A333 Gr6* pipa baja karbon rendah yang dirancang untuk sistem perpipaan yang mengangkut gas dan cairan pada suhu rendah seperti di industri minyak dan gas serta pembangkit listrik, keunggulan material ini meliputi kemudahan pengelasan, ketahanan terhadap suhu rendah, serta ketersediaan dan biaya yang terjangkau[4].

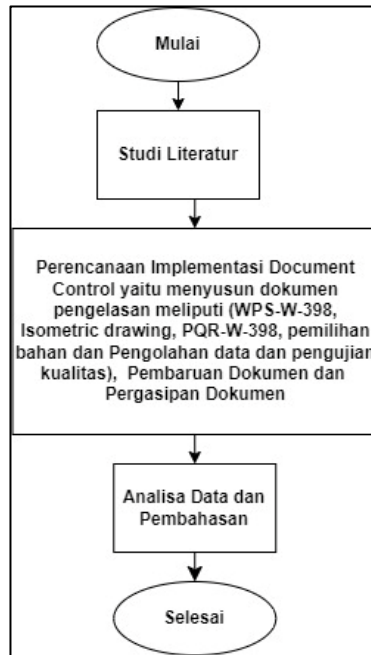


Gambar 1. Material Pipa P1

Tujuan penelitian ini adalah untuk bertujuan untuk memastikan kepatuhan terhadap standar *ASME Section IX* (2019) dan *ASME B31.3* (2018) dan metode *non-destructive test* (*NDT*) yang digunakan untuk menguji kualitas pengelasan yaitu *Radiographic Test* (*RT*) dan *Magnetic Test* (*MT*). Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu implementasi *document control* pengelasan hanya pada pipa berjenis P1 menggunakan metode *GTAW*. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan metode *non-destructive* (*RT* dan *MT*) untuk pengujian kualitas. Analisis cacat las hasil kombinasi *filler rod* dan elektroda pada sambungan pipa menggunakan pengelasan metode *GTAW* bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil pengelasan antara menggunakan metode *GTAW*. Latar belakang pada penelitian ini yaitu pentingnya pengelolaan *document control* untuk memastikan setiap langkah pengelasan supaya tercatat dengan baik, dari saat persiapan hingga ke proses inspeksi, membantu dalam mengevaluasi, sertifikasi, dan memastikan kualitas. *Implementasi document control* baik untuk mengurangi kesalahan, meningkatkan efisiensi dan memastikan kepatuhan terhadap standar.

## 2 Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan:

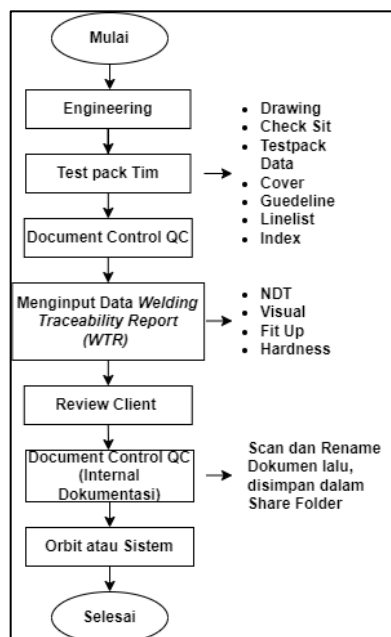


Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian

### 1. Studi literatur

Studi literatur penelitian ini mencakup tujuan tentang karakteristik pipa P1, prinsip dasar dan parameter proses metode *GTAW*, metode kontrol kualitas dalam pengelasan berdasarkan WPS-W-398, PQR-W-398, RT dan MT. Dengan menganalisis literatur ini, penelitian akan memperoleh pemahaman untuk melaksanakan implementasi *document control* dalam pengelasan pipa P1 menggunakan metode *GTAW*.

### 2. Perencanaan implementasi *document control*.



Gambar 2. Alur Proses *Document Control*

Pada penelitian ini tertuju pada implementasi Document Control dalam pengelasan pipa P1 menggunakan metode Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) sangat penting untuk memastikan bahwa proses pengelasan dilakukan sesuai dengan standar dan spesifikasi internasional seperti ASME Section IX (2019) ASME B31.3(2018). Document control bertanggungjawab untuk menyusun *welding procedure specification (WPS-W-398)*, mendokumentasikan *procedure qualification record (PQR-W-398)*, sertifikat bahan material yang digunakan, mendokumentasikan hasil pengujian *radiographic test (RT)* dan *magnetic test (MT)* berdasarkan persetujuan dari *inspector, supervisor* dan *manager welding engineer*. Berikut tahapan perencanaan implementasi *document control* dalam pengelasan pipa P1 yaitu:

a) Menyusun Dokumen Pengelasan.

1) *Welding Procedure Specification (WPS-W-398)*

*WPS* merupakan dokumen yang berisi prosedur tentang pengelasan yang sudah terqualifikasi untuk memberikan arahan dalam membuat pengelasan produksi (*production weld*) sesuai dengan persyaratan dari standar yang dipakai[5]. Adapun *WPS-W-398* yang di gunakan dalam prosedur pengelasan pada pipa P1 sebagai berikut.

Company		Procedure Identification																																																					
Name	WASCO ENGINEERING INDONESIA	WPS No.	WPS-W-398																																																				
Address	Jl. Boreh Kaliboro, Takung, Lingsar, Kecamatan Boreh, Kabupaten Aceh Barat Daya	Supporting PQR No(s)	1. PQR-W-398 2. -																																																				
Telephone	081 778 38212	Code Section	ASME Section IX (2019) ASME Boiler and Pressure Vessel Code, ASME B31.3 (2019), PED 2014/66/EU																																																				
Welding Process(es)	1. GTAW Manual <input checked="" type="checkbox"/> Semi-Auto <input type="checkbox"/> Machine <input type="checkbox"/> Auto <input type="checkbox"/> 2. - Manual <input type="checkbox"/> Semi-Auto <input type="checkbox"/> Machine <input type="checkbox"/> Auto <input type="checkbox"/> 3. - Manual <input type="checkbox"/> Semi-Auto <input type="checkbox"/> Machine <input type="checkbox"/> Auto <input type="checkbox"/>																																																						
Joints (QW-402)		SECTION																																																					
Design	Single Bevel, Vee Groove-Weld, Branch	As per attached sketch on Page 3 of 3																																																					
Backing Type	Weld Metal																																																						
Backing Material	<input checked="" type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Non Fusing <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Others																																																						
Retainers	N/A																																																						
Base Metals (QW-403)		P No. 1 Gr No. 1/2 to P No. 1 Gr No. 1/2 Specification Type and Grade ASTM A333Gr.6, A420-WPL6, A360-LF2, X52 to ASTM A333Gr.6, A420-WPL6, A360-LF2, X52 or Chemical Analysis and Mech. Prop. - to - Base Metal Thickness Range Qualified Groove 2.77mm - 11.08mm (with impact) 1.5mm - 11.08mm (without impact) Fillet All Pipe Diameter Range Groove All Fillet All																																																					
Other		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Filler Metals (QW-404)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Welding Process</td> <td>GTAW</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>AWS No (Class)</td> <td>ER80S-Ni1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SFA No.</td> <td>A5.28</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Q No.</td> <td>8</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>A No.</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Diameter of Filler Metals</td> <td>2.4 mm</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Weld Metal Thickness Range</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Groove (Max)</td> <td>11.08mm</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fillet</td> <td>All</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Flux Trade Name</td> <td>N/A</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Consumable Insert</td> <td>N/A</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Other Brand/Trade Name</td> <td>LINCOLN LNT Ni1 or LINCOLN MERIT JG-Ni1 or Equivalent</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Filler Metals (QW-404)	1	2	3	Welding Process	GTAW	-	-	AWS No (Class)	ER80S-Ni1	-	-	SFA No.	A5.28	-	-	Q No.	8	-	-	A No.	1	-	-	Diameter of Filler Metals	2.4 mm	-	-	Weld Metal Thickness Range				Groove (Max)	11.08mm	-	-	Fillet	All	-	-	Flux Trade Name	N/A	-	-	Consumable Insert	N/A	-	-	Other Brand/Trade Name	LINCOLN LNT Ni1 or LINCOLN MERIT JG-Ni1 or Equivalent	-	-
Filler Metals (QW-404)	1	2	3																																																				
Welding Process	GTAW	-	-																																																				
AWS No (Class)	ER80S-Ni1	-	-																																																				
SFA No.	A5.28	-	-																																																				
Q No.	8	-	-																																																				
A No.	1	-	-																																																				
Diameter of Filler Metals	2.4 mm	-	-																																																				
Weld Metal Thickness Range																																																							
Groove (Max)	11.08mm	-	-																																																				
Fillet	All	-	-																																																				
Flux Trade Name	N/A	-	-																																																				
Consumable Insert	N/A	-	-																																																				
Other Brand/Trade Name	LINCOLN LNT Ni1 or LINCOLN MERIT JG-Ni1 or Equivalent	-	-																																																				

Gambar 3. *Welding Prosedur Specification (WPS) W-398*

Pada Gambar 3. *Welding Prosedur Specification (WPS)* merupakan *WPS* No *WPS-W-398* yang mendukung *PQR* No(s) *PQR-W-398* dengan *code section ASME Section IX (2019)* sebagai prosedur pengelasan. *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* untuk menetapkan persyaratan teknis terkait dengan desain, konstruksi, inspeksi, pengujian peralatan dan instalasi yang berkaitan dengan boiler dan bertekanan [6]. *ASME B31.3(2018)* menetapkan standar untuk desain, konstruksi, inspeksi, pengujian dan operasi sistem pipa untuk transportasi cairan dan gas [7]. Pada gambar ini terdapat *base metals* (logam dasar) yaitu pipa P1. *Specification type and grade* (spesifikasi) pada pipa P1 adalah *ASTM A333Gr.6*. *Base metal thickness range qualified* (ukuran tebal logam dasar) adalah 2.77mm-11.08mm (*with impact*) dan 1.5mm- 11.08mm (*without impact*). *Filler metals* (kawat las) merupakan bahan yang digunakan dalam pengelasan. Pada *WPS* ini menerapkan proses pengelasan *GTAW*, dengan spesifikasi kawat las yaitu *A5.28* yang telah memenuhi standar *American Welding Society (AWS)* dengan No. *AWS ER80S-Ni1*, kawat las berdiameter 2.4mm. *Weld metal thickness range* (kisaran ketebalan logam las) merupakan material pada sambungan las yang telah di cairkan kemudian dipadatkan kembali maksimum 11.08mm, *brand* kawat las yang digunakan *LINCOLN LNT or LINCOLN MERIT JG-Ni1 or Equalvalent*.

WPS No.   WPS-W-398										
Position (QW-405)		Postweld Heat Treatment (QW-407)								
Position of Groove   All		Temperature Range   N/A								
Welding Progression   Up <input checked="" type="checkbox"/> Hill   Down <input type="checkbox"/> Hill		Time Range   N/A								
Position(s) of Fillet   All		Gas (QW-408)								
Preheat (QW-405)		Percent Composition								
Preheat Temperature (°C)   Min. Ambient / 30 °C		Gas(es)   Mixture   Flow Rate								
Interpass Temperature (°C)   Max. 198 °C		Shielding   ARGON (GTAW)   99.99%   22-26 L/MIN								
Preheat Maintenance   Where required pre heat maintenance will be carried out by hand held propane torch or electric pads		Backing   -   -   -								
Other   N/A		Trailing   -   -   -								
Electrical Characteristic (QW-409)		EN (GTAW)								
Current   AC <input type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/>   Polarity		Amps (Range)   See Table Below   Volts (Range)   See Table Below								
Tungsten Electrode Size and Type   $\phi$ 2.4 mm and EW-TH2		Model of Metal Transfer for GMAW   N/A								
Electrode Wire Feed Speed Range   N/A		Technique (QW-410)								
String or Weave Bead   String and or Weave		Orifice or Gas Cup Size   $\phi$ 8 and $\phi$ 9.5 mm for GTAW								
Initial and Interpass Cleaning   Chipping, Wire brushing and/or Grinding to sound metal		Method of Back Gouging   Grinding after Gouging								
Oscillation   N/A   Width   N/A   Frequency   N/A		Contact Tube to Work Distance   N/A								
Multiple or Single Pass (per side)   Multiple		Multiple or Single Electrode   Single								
Travel Speed (Range)   See Table Below		Peening   N/A								
Other   N/A										
Weld Layer(s)	Process(s)	Filler Metal		Current		Volt Range (V)	Travel Speed Range (mm/min)	Heat Input (kJ/mm)	Interpass Temp. °C	
		Class	Dia. (mm)	Type	Polarity					Amps Range
Root	GTAW	ER90S-Ni1	2.4	DC	EN	124 - 149	10 - 12	45 - 51	1.46 - 2.43	N/A
Hot Pass	GTAW	ER90S-Ni1	2.4	DC	EN	142 - 171	10 - 12	57 - 65	1.33 - 2.21	198°C
Filler	GTAW	ER90S-Ni1	2.4	DC	EN	142 - 171	10 - 12	57 - 65	1.33 - 2.21	198°C
Capping	GTAW	ER90S-Ni1	2.4	DC	EN	130 - 156	11 - 13	56 - 64	1.32 - 2.26	198°C

Gambar 4. *Welding Prosedure Specification (WPS) W-398*

Pada Gambar 4. Ada beberapa proses perlakuan panas pada pipa P1 yaitu *preheat temperature min. Ambient*(daerah sekitar las)/  $30^{\circ}\text{C}$  merupakan metode perlakuan panas yang dilakukan dalam pengelasan bertujuan untuk mengurangi perbedaan suhu pada daerah pengelasan, *interpass temperature max.198 °C* merupakan suhu maksimum yang diizinkan sebelum akan dilakukan pengelasan kembali. Arus listrik yang digunakan pada proses pengelasan yaitu *DC(Direct Current)* tegangan yang mengalir pada rangkaian listrik dalam satu arah. Adapun teknik yang dilakukan dalam proses pengelasan yaitu *string and or weave, orifice or gas cup size*(ukuran lubang)  $\phi$ 8 dan  $\phi$ 9.5 untuk *GTAW*. Terdapat empat pelaksanaan pengelasan yaitu pertama, *root pass* merupakan pengelasan pertama disisi dalam sambungan logam atau biasa disebut akar. Kedua, *hot pass* merupakan pengelasan tambahan yang memperkuat sambungan logam yang telah di akar. Ketiga, *Filler Pass* merupakan pengisi ruang antara *root pass* dan *hot pass* memastikan seluruh ruang sambungan logam terisi dengan benar. Terakhir, *Capping* merupakan pengelasan terakhir pada permukaan luar sambungan logam yang menutupi dan meratakan permukaan sambungan pengelasan. Masing- masing pelaksanaan pengelasan menggunakan metode *GTAW* dengan ketentuan yang dilampirkan pada Gambar 4. *Welding Prosedure Specification (WPS)*.

## 2) *Isometric Drawing*

Berikut Gambar 5. *Isometric Drawing* menampilkan informasi yang jelas dan akurat tentang tata letak dan hubungan antara komponen perpipaan, sehingga sangat penting dalam desain, konstruksi, dan pemeliharaan sistem perpipaan.



Tensile Tests		ASME BPVC Sec. IX, 2019				Characteristic and Location of Failure	
Specimen No.	Width	Thickness	Area (mm <sup>2</sup> )	Ultimate Tensile Load	RT	HAZ	HAZ
				Kg	KN	N/mm <sup>2</sup>	PSI
T1	13.10	5.35	70.09	33.73	481	-	-
T2	13.03	5.38	70.10	34.19	486	-	-

Guide Band Tests		ASME BPVC Sec. IX, 2019							
Specimen	Face	Root	Side	Result	Specimen	Face	Root	Side	Result
F1	X	N/A	N/A	Accepted	R1	N/A	X	N/A	Accepted
F2	X	N/A	N/A	Accepted	R2	N/A	X	N/A	Accepted

Toughness Tests		ASTM A370, 2019a				Specimen Size (mm) 5 x 19 x 55		
Specimen	Notch Location	Notch Type	Specimen Temperature	Fracture Impact Value (J)	% Shear	MBL	Break	Drop Weight
1	WCL	V	-46°C	88	-	-	-	-
2	WCL	V	-46°C	89	-	-	-	-
3	WCL	V	-46°C	132	-	-	-	Average = 109
1	FL (A333 Gr B)	V	-46°C	84	-	-	-	-
2	FL (A333 Gr B)	V	-46°C	91	-	-	-	-
3	FL (A333 Gr B)	V	-46°C	93	-	-	-	Average = 110
1	FL 2mm (A333 Gr B)	V	-46°C	125	-	-	-	-
2	FL 2mm (A333 Gr B)	V	-46°C	135	-	-	-	-
3	FL 2mm (A333 Gr B)	V	-46°C	131	-	-	-	Average = 130
1	FL (A330-LF2)	V	-46°C	64	-	-	-	-
2	FL (A330-LF2)	V	-46°C	62	-	-	-	-
3	FL (A330-LF2)	V	-46°C	65	-	-	-	Average = 65
1	FL 2mm (A330-LF2)	V	-46°C	64	-	-	-	-
2	FL 2mm (A330-LF2)	V	-46°C	62	-	-	-	-
3	FL 2mm (A330-LF2)	V	-46°C	62	-	-	-	Average = 63

Notes:  
 Cap = SMAW  
 Root = SMAW

Fillet Weld Tests: N/A

Result Satisfactory: Yes  No  Penetration into Parent Metal: Yes  No

Main Results: Satisfactory, refer to B-7700-1001, page 8-10 of 10

Other Test: None

Type of Test: Hardness Survey: Satisfactory, refer to B-7700-1001, page 9-2 of 10

Deposit Analysis: N/A

Order Name: HERMAN SAPUTRA      Stamp No: B-2569

Welding Report No: WSPQW0018      Result: ACC

Hardness Report No: HMMT/PQA/W0024      Result: ACC

Magnetic Test Report No: HMMT/PQA/W0024      Result: ACC

Test Conducted by: PT. FTS Laboratory of Mech testing      Laboratory Test No: B-7700-1001, page 1-10 of 10

We, the undersigned, certify that statement in this record are correct and that the test weld prepared, welded and tested in accordance with the requirements of ASME Section IX (2019), ASME B31.3 (2018) & PED 2014/68/EU.

Prepared By	Checked and Certified By	Reviewed/Approved by
Name: RUDY PUTERA	Name: GLENN L. SCHUMANN	Name: GLENN L. SCHUMANN
Title: Welding Engineer	Title: QA/QC Manager	Title: QA/QC Manager

Gambar 7. Procedure Qualification Record (PQR) W-398

Pada Gambar 6 dan 7 merupakan Procedure Qualification Record (PQR) W-398 sebagai bukti bahwa suatu proses pengelasan telah diuji dan telah memenuhi prosedur pengelasan yang terdapat pada WPS-398 ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Data PQR ini telah dibuktikan oleh tiga QA/QC manager welding engineer.

4) Pemilihan bahan sesuai dengan WPS-W-398

- Data spesifikasi pipa P1.

INSPECTION CERTIFICATE		P1-151003-1	
PLANT/WORKS: PT. BUKIT MURNI	CONTRACT NO: 02/19-2018/0208	QC NO: 02/19	NO. TRANSPORT: 02/19
CUSTOMER: KEMASUNG HAJI HARDWARE PTE. LTD.	PORT OF DEST: HONG KONG	INSPECTION: 100%	TESTING: 100%
SPECIFICATION: ASTM A333M 2019 ASME SA 333M-2019	MANUFACTURE: HOT ROLLING SALES	LIC NO: 6036254	REG NO: 60-000M
GRADE: Q345R	PROCESS: SEAMLESS STEEL LOW TEMPERATURE SERVICE TUBE		
NO. HEAT NO. LOT NO. BATCH NO. RECES WEIGHTS LENGTHS END USES			
1. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
2. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
3. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
4. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
5. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
6. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
7. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
8. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
9. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
10. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
11. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
12. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
13. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
14. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
15. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
16. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
17. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
18. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
19. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
20. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
21. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
22. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
23. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
24. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
25. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
26. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
27. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
28. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
29. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
30. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
31. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
32. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
33. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
34. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
35. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
36. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
37. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
38. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
39. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
40. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
41. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
42. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
43. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
44. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
45. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
46. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
47. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
48. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
49. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
50. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
51. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
52. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
53. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
54. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
55. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
56. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
57. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
58. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
59. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
60. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
61. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
62. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
63. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
64. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
65. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
66. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
67. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
68. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
69. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
70. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
71. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
72. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
73. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
74. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
75. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
76. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
77. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
78. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
79. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
80. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
81. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
82. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
83. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
84. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
85. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
86. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
87. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
88. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
89. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
90. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
91. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
92. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
93. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
94. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
95. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
96. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
97. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
98. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
99. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			
100. 100000 100000 100000 100000 100000 100000			

Gambar 8. Inspection Certificate Material Pipa P1

Bedasarkan Gambar 8. *Inspection Certificate Material Pipa P1*. Pipa P1 menggunakan spesifikasi *ASTM A333M-2018* dan *ASME SA-333M-2017 GRADE B* yang merupakan spesifikasi standar yang mencakup pipa karbon dan baja yang digunakan dalam aplikasi suhu rendah. Spesifikasi material *grade 6* mengandung komposisi kimia Karbon (C) maksimum 0.30%, Mangan (Mn) 0.29- 1.06%, Fosfor (P) maksimum 0.025%, Sulfur (S) maksimum 0.025% dan Silikon (Si) 0.10- 0.35%. memiliki sifat mekanik dengan kekuatan tarik minimum 415 MPa dan kekuatan luluh minimum 240 MPa.

- Data spesifikasi kawat las.

CERTIFICATE OF CONFORMANCE																																						
LINCOLN ELECTRIC (TANGSHAN) WELDING MATERIALS CO., LTD. Address: 001, Riyuetan Road, Taiwan Industrial Zone, Luon County, Tangshan, Hebei Province, China/063700 TEL: 0315-5038500 FAX: 0315-5038503																																						
Product:	MERTIG®-Ni1																																					
Size:	2. #1000 mm																																					
Lot No.:	V219231.232																																					
Classification:	AWS A5.28 ER80S-Ni1																																					
Cert. No.:	21032602																																					
Issue Date:	2021-06-11																																					
This is to certify that the product named above is of the same classification, manufacturing process, and material requirements as the material which was used for the test that was concluded on the date shown, the results of which are shown as below. All tests required by the specifications shown for classification were performed and the material tested met all requirements. It was manufactured and supplied according to the Quality System Program of the Lincoln Electric (Tangshan) Welding materials Co., Ltd. which meets the requirements of ISO 9001, AWS A5.01, and other specification, as applicable. The Quality System Program has been approved by VTI.																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Operating Settings</th> <th>ER80S-Ni1 Requirements</th> <th>Results</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shielding Gas</td> <td>Ar</td> <td>Ar</td> </tr> <tr> <td>Electrode Size</td> <td>2.4mm</td> <td>2.4mm</td> </tr> <tr> <td>Polarity</td> <td>DC-</td> <td>DC-</td> </tr> <tr> <td>Voltage, V</td> <td>13~16</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Current, A</td> <td>220~250</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Contact Tip to Work Distance, mm</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Travel Speed, cm/min</td> <td>12±2.4</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Flux Layers</td> <td>---</td> <td>18/9</td> </tr> <tr> <td>Preheat Temperature, °C</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Interpass Temperature, °C</td> <td>135-165</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Weld condition</td> <td>As welded</td> <td>As welded</td> </tr> </tbody> </table>			Operating Settings	ER80S-Ni1 Requirements	Results	Shielding Gas	Ar	Ar	Electrode Size	2.4mm	2.4mm	Polarity	DC-	DC-	Voltage, V	13~16	16	Current, A	220~250	240	Contact Tip to Work Distance, mm	---	---	Travel Speed, cm/min	12±2.4	12	Flux Layers	---	18/9	Preheat Temperature, °C	---	---	Interpass Temperature, °C	135-165	150	Weld condition	As welded	As welded
Operating Settings	ER80S-Ni1 Requirements	Results																																				
Shielding Gas	Ar	Ar																																				
Electrode Size	2.4mm	2.4mm																																				
Polarity	DC-	DC-																																				
Voltage, V	13~16	16																																				
Current, A	220~250	240																																				
Contact Tip to Work Distance, mm	---	---																																				
Travel Speed, cm/min	12±2.4	12																																				
Flux Layers	---	18/9																																				
Preheat Temperature, °C	---	---																																				
Interpass Temperature, °C	135-165	150																																				
Weld condition	As welded	As welded																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mechanical properties of weld deposits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensile Strength, MPa</td> <td>≥550</td> <td>580</td> </tr> <tr> <td>Yield Strength, 0.2% offset, MPa</td> <td>≥470</td> <td>485</td> </tr> <tr> <td>Elongation %</td> <td>≥24</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Average Impact Energy Joules (J)(@-45°C)</td> <td>≥27</td> <td>136</td> </tr> <tr> <td>Radiographic Inspection</td> <td>II</td> <td>I</td> </tr> </tbody> </table>			Mechanical properties of weld deposits			Tensile Strength, MPa	≥550	580	Yield Strength, 0.2% offset, MPa	≥470	485	Elongation %	≥24	27	Average Impact Energy Joules (J)(@-45°C)	≥27	136	Radiographic Inspection	II	I																		
Mechanical properties of weld deposits																																						
Tensile Strength, MPa	≥550	580																																				
Yield Strength, 0.2% offset, MPa	≥470	485																																				
Elongation %	≥24	27																																				
Average Impact Energy Joules (J)(@-45°C)	≥27	136																																				
Radiographic Inspection	II	I																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wire composition(weights%)</th> <th>ER80S-Ni1 Requirements</th> <th>Results</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>≤0.12</td> <td>0.07</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> <td>≤1.25</td> <td>1.14</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>0.40~0.80</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>≤0.025</td> <td>0.012</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>≤0.025</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>≤0.35</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>0.80~1.10</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td>Co</td> <td>≤0.15</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>Mo</td> <td>≤0.35</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>≤0.05</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table>			Wire composition(weights%)	ER80S-Ni1 Requirements	Results	C	≤0.12	0.07	Mn	≤1.25	1.14	Si	0.40~0.80	0.55	P	≤0.025	0.012	S	≤0.025	0.008	Cr	≤0.35	0.08	Ni	0.80~1.10	0.96	Co	≤0.15	0.02	Mo	≤0.35	0.003	V	≤0.05	0.01			
Wire composition(weights%)	ER80S-Ni1 Requirements	Results																																				
C	≤0.12	0.07																																				
Mn	≤1.25	1.14																																				
Si	0.40~0.80	0.55																																				
P	≤0.025	0.012																																				
S	≤0.025	0.008																																				
Cr	≤0.35	0.08																																				
Ni	0.80~1.10	0.96																																				
Co	≤0.15	0.02																																				
Mo	≤0.35	0.003																																				
V	≤0.05	0.01																																				

**Gambar 9. Inspection Certificate Kawat Las**

Pada Gambar 9. Inspection Certificate Kawat Las menjelaskan spesifikasi bahan yang terkandung pada kawat las. AWS A5.28 adalah standar dari *American Welding Society (AWS)* untuk kawat las dan elektroda pengelasan yang digunakan untuk pengelasan baja paduan rendah. ER80S-Ni1 memiliki arti ER yaitu elektroda atau kawat pengelasan untuk pengelasan dengan gas pelindung, 80 yaitu kekuatan tarik minimum dari pengelasan 80 ksi (kilopound per square inch) atau sekitar 550 MPa, S yaitu padatan (*Solid Wire*) menunjukkan bahwa kawat las ini adalah padat (bukan kawat inti fluks), Ni1 yaitu mengandung sekitar 1% nikel yang memberikan ketangguhan pada suhu rendah dan meningkatkan sifat mekanik dari hasil pengelasan. Sertifikat No. 21032602 nomor ini merujuk pada dokumen sertifikat spesifik yang mengesahkan bahwa produk kawat las tersebut memenuhi spesifikasi AWS A5.28 ER80S-Ni1.

5) Pengelolaan Data Pengujian Kualitas

Pengelola data hasil pengujian kualitas melalui formulir yang digunakan oleh inspector untuk mencatat temuan dan persetujuan selama proses pengelasan. Menggunakan control prosedur *non-destructive testing (NDT)* yang terdiri dari:

- *Radiographic Test (RT)*

*Radiographic Testing (RT)* adalah metode pengujian *non-destruktif (NDT)* yang menggunakan sinar-X atau sinar gamma untuk memeriksa bagian *internal spool3* pipa p1 yang digunakan untuk produksi modul dengan tujuan, mengidentifikasi kecacatan atau kerusakan yang ada[9].

RADIOGRAPHIC INSPECTION TEST REPORT		Report No.	WEL-CM-0030/F01-PP-RT-000149																																					
Page No.		1 of 1																																						
Date		15.11.2023																																						
Project	Agro Integrated West Hub Development - Tegal, Maluku	Job No.	1124-M-00010																																					
Client	Yinson Azalea Indonesia (P) Ltd	ISO / Drawing No.	F01-2400-VF-43-9401-AC11																																					
Company	PT WASC0 ENGINEERING INDONESIA	Tag No.	F01-2400-VF-43-9401-AC11																																					
Code / Standard	ASME V	Weld Procedure No.	W01-WA01-00-K.A.A-0028																																					
Acceptance Criteria	ASME B 3.1.3	Material	A356.4430																																					
Specification	ASME B 3.1.3 TABLE 341.3.2	Welding Process	GTAW																																					
Inspection Area	PT WASC0 YARD	Radiation Source	Ir 192																																					
System of Inspection	DR	Radiation Power (kV)	60																																					
Heat Treatment (PHWT)	N/A	Radiation Intensity	20 C																																					
Hold Time After Welding	N/A	Sensor / focal Spot Size	2.5 X 2.0 mm																																					
Equipment Brand / Serial No.	SENTINEL 800	Process to Film Distance	24 inch																																					
INSPECTION CONDITIONS AND EQUIPMENT																																								
Radiographic Technique Used		Film Class	CLASS 1																																					
		Film Brand	CARESTREAM																																					
		Process (Pa) mm	P. 8 12mm B. 0 12mm																																					
		ISO Type	STR 100																																					
		Film Thickness (mm)	0.04 mm																																					
Radiographic Technique Used																																								
1. DWS/Placements	2. DWS	3. DWS	4. DWS																																					
5. DWS	6. DWS	7. DWS	8. DWS																																					
INTERPRETATION ABBREVIATIONS																																								
Symbol	Symbol	Symbol	Symbol																																					
CR	SLI	SP	SP																																					
LCB	ELI	STRAY ARC	STRAY ARC																																					
TCR	MI	OVERLAP	OVERLAP																																					
CCR	TI	MISALIGNMENT / HIGH-LOW	MISALIGNMENT / HIGH-LOW																																					
GP	LRP	START-STOP / POOR RESTART	START-STOP / POOR RESTART																																					
CF	LP	BURN THROUGH	BURN THROUGH																																					
UDF	LP	LEAKING MARK / MECHANICAL DAMAGE	LEAKING MARK / MECHANICAL DAMAGE																																					
LP	IRP	INCOMPLETE FILLED GROOVE	INCOMPLETE FILLED GROOVE																																					
IC	UC	PROCESS DEVELOPMENT MARK	PROCESS DEVELOPMENT MARK																																					
NM	BC	FILM MARK	FILM MARK																																					
RC	RC	ROOT CONCAVITY	ROOT CONCAVITY																																					
CRP	EP	EXCESSIVE PENETRATION	EXCESSIVE PENETRATION																																					
INSPECTION RESULTS																																								
No	Weld No	Welder Stamp No	Weld Length (mm)	Weld THK (mm)	Referenced Film Position (mm)	IQI Value	Film Density	Start From	Size (mm)	Interpretation	Accepted (A)	Rejected (R)																												
1	5	B3110	1.914.77	9.5	0-30	W6	3.0-3.2	-	-	RC/POR	ACCEPT																													
2	5	B3110	1.914.77	9.5	30-60	W6	2.6-2.7	-	-	ROOT PROFILE	ACCEPT																													
3	5	B3110	1.914.77	9.5	60-90	W6	2.6-2.8	-	-	NAD	ACCEPT																													
4	5	B3110	1.914.77	9.5	90-120	W6	2.4-2.5	-	-	NAD	ACCEPT																													
5	5	B3110	1.914.77	9.5	120-150	W6	2.4-2.6	-	-	RC	ACCEPT																													
6	5	B3110	1.914.77	9.5	150-180	W6	2.4-2.7	-	-	ROOT PROFILE	ACCEPT																													
7	5	B3110	1.914.77	9.5	180-0	W6	2.5-2.9	-	-	POR	ACCEPT																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Company</th> <th>GOODWILL ENGINEERING &amp; INSPECTION PTE LTD</th> <th>WASC0 ENGINEERING INDONESIA</th> <th>NPT LEVEL III</th> <th>YINSON AZALEA PRODUCTION PTE.LTD</th> <th>ENI / AZELE ENERGY</th> <th>THIRD PARTY</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Signature</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Name</td> <td>B. Y. KASIANA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td>15/11/2023</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Company	GOODWILL ENGINEERING & INSPECTION PTE LTD	WASC0 ENGINEERING INDONESIA	NPT LEVEL III	YINSON AZALEA PRODUCTION PTE.LTD	ENI / AZELE ENERGY	THIRD PARTY	Signature							Name	B. Y. KASIANA						Date	15/11/2023					
Company	GOODWILL ENGINEERING & INSPECTION PTE LTD	WASC0 ENGINEERING INDONESIA	NPT LEVEL III	YINSON AZALEA PRODUCTION PTE.LTD	ENI / AZELE ENERGY	THIRD PARTY																																		
Signature																																								
Name	B. Y. KASIANA																																							
Date	15/11/2023																																							

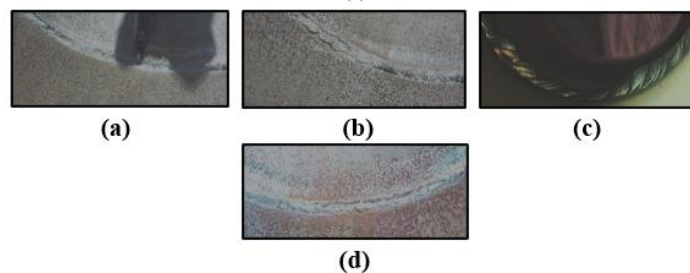
Gambar 10. Report Radiographic Test (RT)

Pada Gambar 10. Laporan *Radiographic Test (RT)* ini merujuk pada spool no. F01-2400-VF-43-9401-AC11-SP3. Code standar yang digunakan *radiographic test* yaitu ASME V, berspesifikasi ASME B3.1.3 TABLE 341.3.2. *Radiographic test* ini dilakukan pada *welding process* GTAW, *film class* yang digunakan yaitu CLASS1 dari film brand CARESTREAM. Specification ASME B 3.1.3 TABLE 341.3.2, ISO/ Drawing No F01-2400-VF-43-9401-AC11. Laporan ini merupakan hasil dari pengelasan F01-2400-VF-43-9401-AC11-SP3, pada spool ini terdapat weld no 5 dengan welder stamp no B3110, weld length(mm) 1,914.77 weld THK (mm) 9,5. Pada. Berdasarkan Gambar 10. *Report Radiographic Test (RT)* hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian yaitu accept atau telah disetujui karena pengelasan yang dilakukan telah sesuai dengan standar pengelasan berdasarkan WPS-W-398. Adapun dokumentasi saat dilakukannya proses radiographic test (RT) yang ditunjukkan pada Gambar 11. Proses Radiographic Test (RT).



**Gambar 11. Radiographic films interpretation**

(Proses evaluasi hasil Radiografi menunakan sumber radiasi Gamma Ray)



**Gambar 12. Welding Defect (cacat pengelasan)  
Non- Destructive pada Radiographic Testing (RT)**

Gambar diatas merupakan beberapa contoh hasil kecacatan yang terjadi pada saat dilakukan *Radiographic Test (RT)* yaitu (Gambar 13.a) *Lack of root Penetration* Cacat las karena logam las gagal mencapai *root*(akar) dari sambungan dan gagal meyambungkan permukaan *root* secara menyeluruh, (Gambar 13.b) *Lack of root Fusion* adalah cacat las yang disebabkan tidak terjadinya peyambungan antara logam las dan logam induk akibat kecepatan pengelasan terlalu tinggi, arus las yang terlalu rendah, atau desain sambungan yang tidak tepat, (Gambar 13. c) *Excessive root Penetration* merupakan cacat las yang terjadi akibat terdapat logam las yang berlebihan pada akar sambungan las sehingga mengakibatkan penetrasi yang berlebihan kedalam bahan dasar, (Gambar 13. d) *Concave root* merupakan suatu cacat las ditandai dengan adanya cekungan pada akar sambungan las, terjadi ketika logam las tidak cukup mengisi akar sambungan, sehingga akar sambungan tampak berlubang.

- *Magnetic Test (MT)*

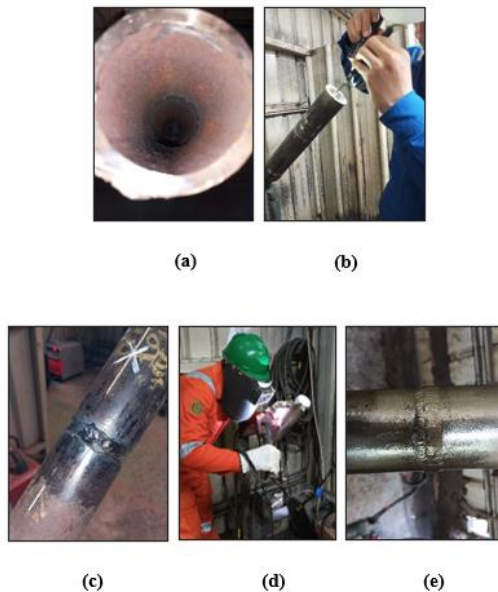
*Magnetic Test (MT)* adalah teknik *non-destruktif* yang menggunakan medan magnet dan partikel magnetik untuk mendeteksi cacat pada sambungan las pipa. Cacat membuat partikel berkumpul di area yang terlihat[10].



### 3 Analisa Data dan Pembahasan

Berikut adalah hasil dari penelitian implementasi *document control* dalam pengelasan pipa p1 menggunakan metode *GTAW*:

- a. *Procedure Qualification Record (PQR)* -W-398 mencatat hasil uji yang dilakukan untuk memastikan bahwa prosedur pengelasan sesuai dengan standar *Welding Prosedure Specification (WPS)* -W-398. Data PQR menunjukkan bahwa pengelasan telah diuji dan memenuhi spesifikasi *Welding Prosedure Specification (WPS)*-W-398. Tiga *QA/QC manager welding engineer* telah membuktikan kebenaran dan kelengkapan data *Procedure Qualification Record (PQR)* -W-398.

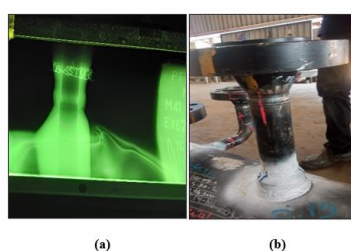


**Gambar 14. Dokumentasi Hasil Pengelasan Berdasarkan WPS-W-398**

Pada gambar (14.a) merupakan *rootpass*, pada gambar (14.b) merupakan *Visual Inspection rootpass*, pada gambar (14.c) merupakan *hot pass*, pada gambar (14.d) merupakan *filler*, pada gambar (14.e) merupakan *capping* atau *final visual inspection*.

- b. Pengujian kualitas pengelasan berdasarkan dokumen *Radiographic Test (RT)*

Berdasarkan laporan hasil RT pada spool no. F01-2400-VF-43-9401-AC11-SP3 dengan *weld no 5* dan *welder stamp no B3110*. Berdasarkan laporan, pengelasan diterima (*accept*) karena tidak ada cacat yang signifikan yang ditemukan. dan *Magnetic Test (MT)* pada *weld no 6* dan *welder stamp no 6* pada spool no. F01-2400-VF-43-9401-AC11-SP3. Pada Gambar 15 (a). Dokumentasi pengujian pengelasan merupakan hasil pengujian *RT*. Berdasarkan laporan, pengelasan diterima (*accept*) karena tidak ada cacat yang signifikan ditemukan, pengujian dilakukan sesuai dengan standar DNV-CG-00051 dan ASME B31.3-2020. Semua pengujian menunjukkan hasil yang memenuhi standar kualitas pengelasan yang diharapkan. Berikut dokumentasi hasil pengujian *MT* yang ditunjukkan pada Gambar 15 (b). Berdasarkan laporan, pengelasan diterima (*accept*) karena tidak adanya cacat pengelasan seperti retak dan porositas yang signifikan ditemukan, tidak ada partikel magnetik yang menunjukkan adanya cacat pada sambungan las dan juga pengujian dilakukan sesuai dengan standar DNV-CG-00051 dan ASME B 31.3-2020. hasil pengujian menunjukkan bahwa pengelasan tersebut aman dan sesuai untuk penggunaan dengan standar yang berlaku.



**Gambar 15. Dokumentasi pengujian pengelasan.**

**Tabel 1. Dokumentasi hasil pengujian RT**

INSPECTION RESULTS												
No	Weld No	Welder Stamp No	Weld Length (mm)	Weld THK (mm)	Referenced Film Position (mm)	IQI Value	Film Density	Indication			Results	
								Start From	Size (mm)	Interpretation	Accepted (A)	Rejected (R)
1	5	B3110	1,914.77	9.5	0-30	W6	3.0-3.2	-	-	RC/POR	ACCEPT	
2	5	B3110	1,914.77	9.5	30-60	W6	2.6-2.7	-	-	ROOT PROFILE	ACCEPT	
3	5	B3110	1,914.77	9.5	60-90	W6	2.6-2.8	-	-	NAD	ACCEPT	
4	5	B3110	1,914.77	9.5	90-120	W6	2.4-2.5	-	-	NAD	ACCEPT	
5	5	B3110	1,914.77	9.5	120-150	W6	2.4-2.6	-	-	RC	ACCEPT	
6	5	B3110	1,914.77	9.5	150-180	W6	2.4-2.7	-	-	ROOT PROFILE	ACCEPT	
7	5	B3110	1,914.77	9.5	180-0	W6	2.5-2.9	-	-	POR	ACCEPT	

**Tabel 2. Dokumentasi hasil pengujian MT**

INSPECTION RESULTS							
Item No	Weld No	Welder Stamp No	Weld Length (mm)	Weld THK (mm)	Observation	Results	
						Accepted (A)	Rejected (R)
1	6	B3110	1,914.77	9.53	ND	ACCEPT	

#### 4 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini bahwa *implementasi document control* dalam proses pengelasan pipa jenis P1 menggunakan metode *GTAW* sangat penting untuk memastikan kepatuhan terhadap standar *ASME Section IX* (2019) dan *ASME B31.3* (2018). Penelitian ini memfokuskan pada penggunaan metode *non-destructive test (NDT)* seperti *Radiographic Test (RT)* dan *Magnetic Test (MT)* untuk menguji kualitas pengelasan. Dengan membatasi ruang lingkup pada pipa P1 dan menggunakan metode *RT* serta *MT*, penelitian ini berhasil menganalisis cacat las dan perbedaan hasil pengelasan antara penggunaan filler rod dan elektroda yang berbeda dalam metode *GTAW*. Pentingnya *document control* dalam penelitian ini terbukti membantu dalam memperbaiki efisiensi, mengurangi kesalahan, serta memastikan bahwa seluruh proses pengelasan sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga hasilnya dapat diandalkan dan berkualitas tinggi untuk aplikasi industri.

### Daftar Pustaka

- [1] B. Ilmi, "Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Kekuatan Sambungan Pipa ASTM A335 Grade P11," *Tek. J. Tek.*, vol. 5, no. 2, p. 88, 2019, doi: 10.35449/teknika.v5i2.88.
- [2] S. Nur Utami, "Perancangan Program Sistem Informasi Dokumen Kontrol Proyek," *J. Manaj. Inform. Jayakarta*, vol. 3, pp. 74–86, 2023, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta>
- [3] Sugiarto and J. Awali, "Analisis Cacat Las Hasil Kombinasi Filler Rod dan Elektroda Pada Sambungan Pipa Menggunakan Pengelasan Kombinasi GTAW dan SMAW," *Proceeding Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin XI (SNTTM XI)*, no. Snttm Xi, pp. 1378–1384, 2012.
- [4] S. Suherman, H. D. Kuncoro, I. Abdullah, and S. Mizhar, "Analisa Hasil Pengelasan Baja SA333 Grade 6 Untuk Aplikasi PLTN," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 22, no. 1, p. 9, 2020, doi: 10.17146/jpen.2020.22.1.5945.
- [5] U. Tarik, "Analisis Sambungan Las Baja S355 J2 Sebagai Penyusun Welding Procedure Specification di PT Industri Kereta Api Yasmina Amalia 1\* , Syauga Rahmatillah 2 1,2," vol. 1, no. 2, 2022.
- [6] S. Sumanto, Y. P. Asmiran, P. Da Silva, H. Gunawan, and A. Maulana, "Pressure Vessel Mechanical Design Case study for 10 kg/cm<sup>2</sup> Pressure and 179 C Temperature," *Motiv. J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 93–100, 2021, doi: 10.46574/motivection.v3i3.94.
- [7] P. Mahardhika, H. A. Alam, and ..., "Evaluasi Tegangan Pada Jalur Perpipaan Air Gan Compressor Menurut ASME B31. 3," ... *Nas. Fak. Tek. ...*, pp. 1106–1112, 2022, [Online]. Available: <https://snft2022.ft.unimal.ac.id/TS/008-TS.pdf>
- [8] W. Procedure, S. Pqr, P. Q. Records, W. Q. Test, and W. P. Qualifications, "The Building Blocks – Some Definitions," 2023.
- [9] A. Merjani and I. Kamil, "Penerapan Metode Seven Tools Dan Pdca (Plan Do Check Action) Untuk Mengurangi Cacat Pengelasan Pipa," *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 124–131, 2021, doi: 10.33373/profis.v9i1.3313.
- [10] M. Gupta, M. A. Khan, R. Butola, and R. M. Singari, "Advances in applications of Non-Destructive Testing (NDT): A review," *Adv. Mater. Process. Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 2286–2307, 2022, doi: 10.1080/2374068X.2021.1909332.