

MONITORING PENGELASAN PIPA PLATFORM SUB-CELLAR DECK MENGGUNAKAN PROSES FLUX CORED ARC WELDING SELF – SHIELD (FCAW SS)

Harry Almajid*¹, Hendra Butar Butar, S.Pd., M.T.*, Nugroho Pratomo Ariyanto, S. T.,M.Sc**

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani Batam Kota. Kota Batam. Kepulauan Riau. 29461, Indonesia

E-mail: almajidharri@gmail.com

Abstrak

Pengelasan adalah proses penyambungan logam yang menghubungkan dua atau lebih bagian logam secara kuat. Pengelasan banyak digunakan dalam industri, termasuk dalam eksplorasi minyak dan gas lepas pantai. Penggunaan mesin las membuat struktur lebih ringan dan proses produksi lebih efektif. Salah satu struktur yang digunakan dalam eksplorasi minyak dan gas lepas pantai adalah *sub-cellar deck*, tempat operasi peralatan berada. Pengelasan dilakukan dengan metode *Flux Cored Arc Welding Self Shield* (FCAW SS) menggunakan sumber panas dari energi listrik dan jenis pelindung berupa *flux* dan gas untuk melindungi logam las. *Monitoring* proses pengelasan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengawasi dan memantau semua tahapan dalam proses pengelasan secara sistematis dan memastikan kualitas pengelasan, keamanan, efisiensi mengoptimalkan waktu dan sumber daya yang digunakan dalam proses pengelasan.

Kata kunci : *Monitoring, sub-cellar deck, flux cored arc welding self shield (FCAW SS)*

Abstract

Welding is a metal joining process that firmly connects two or more metal parts. Welding is widely used in industry, including in offshore oil and gas exploration. The use of welding machines makes the structure lighter and the production process more effective. One of the structures used in offshore oil and gas exploration is the sub-cellar deck, where operating equipment is located. Welding is carried out by the Flux Cored Arc Welding Self Shield (FCAW SS) method using a heat source from electrical energy and a protective type of flux and gas to protect the weld metal. Welding process monitoring is an activity carried out to supervise and monitor all stages in the welding process systematically and ensure welding quality, safety, efficiency optimize the time and resources used in the welding process.

Keywords: *Monitoring, sub-cellar deck, flux cored arc welding self shield (FCAW SS)*

1 Pendahuluan

Saat ini pengelasan banyak digunakan dan dikembangkan secara luas dalam penyambungan pada fabrikasi industri, salah satunya eksplorasi minyak dan gas lepas pantai. Struktur yang biasanya digunakan merupakan struktur tipe *fixed platform* jenis bangunan terapung, rangkaian pekerjaan untuk memproduksi struktur lepas pantai yaitu proses pengelasan. Pengelasan adalah proses penyambungan logam yang dapat menghubungkan dua atau lebih bagian logam secara kuat dan tahan lama. Jenis-jenis pengelasan yang dilakukan juga bermacam-macam tergantung jenis material. Meluasnya penggunaan teknik pengelasan ini disebabkan keunggulan pengelasan. Teknik penyambungan menggunakan mesin las ini menjadikan struktur lebih ringan dan proses produksi lebih efektif.[1]

Teknik pengelasan yang digunakan yaitu proses pengelasan FCAW (*Flux Cored Arc Welding*). Pengelasan FCAW adalah proses pengelasan yang menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dikonversi menjadi sumber panas pada busur listrik. Dalam pengelasan FCAW, jenis pelindung yang digunakan adalah flux atau serbuk yang berada di inti kawat las. Selain *flux*, FCAW juga menggunakan gas pelindung untuk melindungi logam las yang mencair selama proses pengelasan. Terdapat dua tipe pengelasan FCAW yang dibedakan berdasarkan jenis perlindungan yang digunakan:

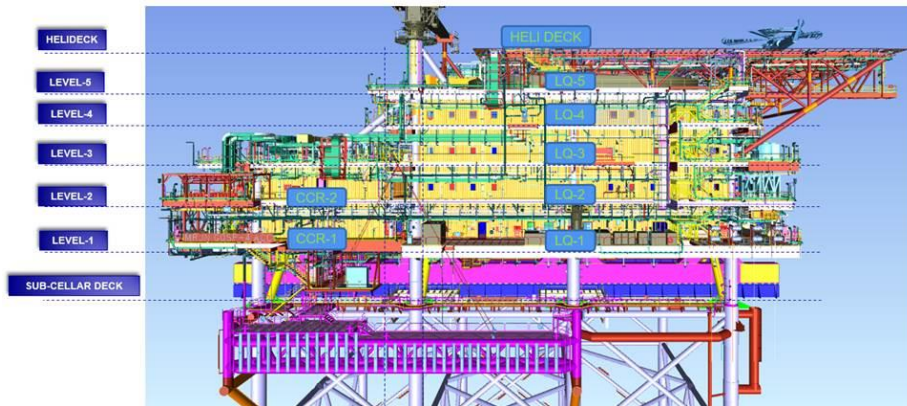
FCAW *Self Shielding Process* pengelasan FCAW ini menggunakan *flux* yang berada di inti kawat las untuk melindungi logam las saat mencair. Dalam hal ini, *flux* berfungsi sebagai pelindung tanpa memerlukan tambahan gas dari luar sistem.

FCAW *Gas Shielding Process* pengelasan FCAW ini juga menggunakan *flux*, tetapi tambahan gas pelindung berasal dari luar sistem atau dari tabung gas. Gas pelindung ini membantu melindungi logam las selama proses pengelasan [2]

Salah satu bagian struktur (*platform offshore*), yaitu *sub-cellar deck*, merupakan bagian dari *platform offshore* yang berfungsi sebagai tempat operasi peralatan di bawah *cellar deck*. Struktur ini merupakan tempat untuk menyimpan dan memindahkan peralatan, seperti *equipment hydro cyclone* dari *cellar deck* ke lokasi yang diperlukan. *Subcellar deck* juga berperan dalam meningkatkan kinerja dari eksploitasi minyak dan gas.[3]

Dalam penelitian ini, mengangkat topik pembahasan monitoring pengelasan pipa *platform sub-cellar deck*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk melakukan pengawasan proses pengelasan. Proses pengelasan yang tidak dimonitoring atau dikontrol dapat menyebabkan hasil lasan yang tidak sesuai dengan standar. Hal ini terjadi karena tidak ada pengendalian atas proses pengelasan, sehingga tidak dijamin kualitas hasil las yang dihasilkan. Banyak sekali hal-hal yang tidak diinginkan bisa terjadi dan menjadi isu permasalahan yang fatal pada weldingan, maka perlu dilakukan pengamatan *joint preparation*, *gap* pengelasan, jarak antara material yang akan disambung, WPS (*welding procedure specification*) pengelasan yang digunakan sesuai, dengan prosedur, dan *runsheet welding parameter* pengelasan yang mencatat *preheat*, *ampere*, *volt*, *interpass*, *weal bead*, dan menghitung *heat inputnya* perlu *record* untuk mengetahui proses pengelasan yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan agar mendapatkan hasil weldingan yang baik. Ini sangat penting dilakukan untuk penghematan biaya proses yang besar, dimana lasan yang cacat menyebabkan kerugian dalam produksi dan memerlukan waktu yang lama serta perbaikan yang mahal dan untuk mendapatkan hasil weldingan yang baik sesuai standart prosedur maka perlu dilakukan kontrol atau monitoring [4]

Elektroda yang digunakan pada pengelasan ini adalah E71T8-K6. Jenis kawat ini adalah jenis kawat las yang banyak digunakan dalam pengelasan yang memerlukan ketahanan tinggi terhadap korosi dan panas, seperti pengelasan konstruksi kapal, konstruksi bangunan, dan peralatan industri.[5]

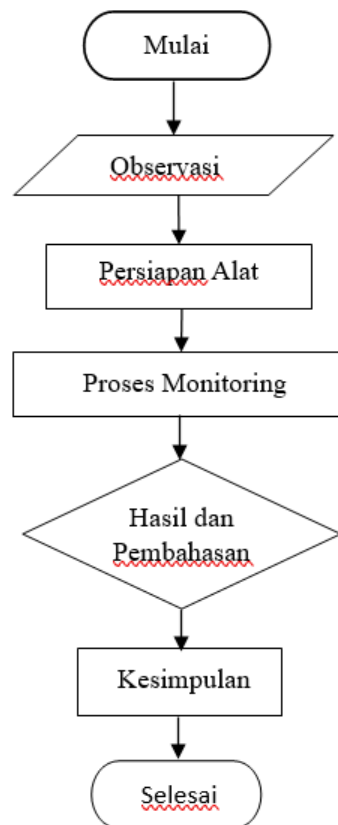


Gambar 1: Platform Acomodation

2 Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alur Penelitian

Pada bagian diagram alur penelitian ini berisi tentang beberapa tahapan penelitian. Adapun tahapan penelitian yang telah disusun dalam *flowchart* di bawah ini.



Gambar 2 : Flowchart Penelitian

2.2 Observasi

Pada proses monitoring pengelasan ada banyak sekali masalah yang tidak diinginkan dapat terjadi. Masalah yang menjadi isu utama adalah gagalnya hasil pengelasan yang didapatkan, ditemukannya proses pengelasan yang tidak sesuai dengan prosedur, sedangkan semua prosedur sudah ditetapkan di *WPS (Welding procedur specification)* dan wajib diikuti. Ketika hasil pengelasan mengalami penurunan produktifitas, maka perusahaan mengambil kebijakan bahwa perlu dilakukannya monitoring pada proses pengelasan.

2.3 Persiapan Alat

1. Alat *Monitoring*

1.1 *Thermometer*

Thermometer adalah alat untuk mengukur suhu suatu material. Pengukuran suhu menggunakan *thermometer* digunakan pada bagian pipa sebelum, saat, dan sesudah proses pengelasan.



Gambar 3: *Thermometer*

1.2 *Clamp Ampere*

Clamp Ampere merupakan alat untuk mengukur arus *ampere* dan *voltase* yang berfungsi mengukur arus yang *real* pada saat proses pengelasan berlangsung.



Gambar 4: *Clamp Ampere*

1.3 *Vernier Caliper*

Vernier Caliper adalah alat pengukur presisi yang digunakan untuk mengukur panjang, ketebalan, dan diameter suatu objek dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Dalam proses pengelasan, alat ini memiliki fungsi yang sangat penting, terutama dalam mengukur ketebalan pipa, dan pengukuran sambungan las.



Gambar 5: *Vernier Caliper*

1.4 *Taper Gouge*

Taper Gouge adalah alat ukur yang digunakan untuk pengukuran kedalaman dan lebar celah yang terdapat pada sambungan .



Gambar 6: *Taper Gouge*

1.5 Meteran

Alat meteran berfungsi untuk mengukur panjang hasil stop start pengelasan yang dilakukan.



Gambar 7: Meteran 5 meter

2.4 Proses *Monitoring*

Proses monitoring pengelasan adalah proses pengawasan dan pengamatan pengelasan yang dilakukan secara *real*, sebelum, saat, dan setelah proses pengelasan. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa pengelasan sesuai dengan standar dan tidak terjadi cacat. Monitoring ini dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti pengukuran *gap*, perlakuan panas, pengecekan validasi mesin, *wire feeder*, pengecekan arus *ampere*, dan *voltase* yang digunakan.

1. Pengukuran *Gap*

Pengukuran *gap* adalah pengukuran celah atau ruang antara dua bagian permukaan yang akan disambung dengan proses pengelasan. Hal ini penting karena dapat memengaruhi kualitas sambungan las jika *gap* yang di ukur melebihi toleransi harus dilakukan *buttering*. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk mengukur *gap* pengelasan:

- 1) Menyiapkan alat yang sesuai untuk mengukur *gap*, seperti *taper gauge*.
- 2) Memastikan area permukaan bersih dari kotoran dan oksida yang dapat memengaruhi hasil pengukuran.
- 3) Masukkan alat pengukur ke dalam *gap*. Pastikan alat tersebut ditempatkan secara tegak lurus terhadap permukaan.
- 4) Baca secara akurat ukuran yang pada alat pengukur saat alat tersebut berada di dalam *gap*.

2. Perlakuan Panas

Perlakuan panas pada material menggunakan *burner*. Perlakuan panas pada material berfungsi untuk mengurangi potensi retak dan meningkatkan ketangguhan pada material. Kemudian dilakukan pengecekan suhu *preheat* dan interpass material sebelum, saat dan sesudah pengelasan. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk melakukan perlakuan panas menggunakan *burner*:

- 1) Menyiapkan bahan *burner* selang dan regulator gas yang sesuai.
- 2) Mengatur gas: buka katup gas oksigen dan bahan bakar pada *burner*. Atur tekanan gas sesuai dengan kebutuhan proses perlakuan panas.
- 3) Nyalakan *burner* dengan menggunakan alat yang aman, seperti alat pemantik yang dirancang khusus untuk burner gas.
- 4) Tempatkan *burner* pada bagian bahan yang akan diperlakukan panas. Sesuaikan jarak antara *burner* dan bahan sesuai dengan kebutuhan proses perlakuan panas.
- 5) Atur intensitas api dan durasi pemanasan sesuai dengan suhu yang dibutuhkan untuk proses perlakuan panas yang diinginkan. Gunakan alat *thermometer* untuk memantau suhu bahan material.



(a)

(b)

Gambar 8 (a) dan (b) *Burner dan pengukuran panas material*

3. Validasi mesin las, *wire feeder*, dan *qualified welder*

Sebelum dilakukan pengelasan hal yang wajib dilakukan pengecekan kalibrasi untuk memastikan bahwa mesin las, *wire feeder*, dan *qualified welder* tersebut terverifikasi masi aktif. Standar kalibrasi dilakukan setiap 6 bulan sekali.



(a)

(b)

Gambar 9: (a) dan (b) *Validasi mesin dan wire feeder*

4. Pengamatan Parameter

Saat proses pengelasan berlangsung wajib melakukan pengamatan pengecekan arus *ampere*, *voltage*, *welding speed*, dan perhitungan *heat input* mulai dari *root*, *hot pass*, *fill*, dan *capping*. Untuk mengukur arus dengan menggunakan alat *clamp ampere*, berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan pengecekan:

- 1) Memastikan *clamp ampere* dalam keadaan baik dan kalibrasi yang benar.
- 2) Buka *clamp ampere* dan letakkan sekitar satu dari dua kabel yang membawa arus yang ingin diukur. Pastikan hanya satu kabel yang masuk ke dalam *clamp ampere*.
- 3) Tutup *clamp ampere* dengan rapat.
- 4) Nyalakan *clamp ampere* dan baca nilai arus pada layar.
- 5) Pastikan untuk membaca petunjuk penggunaan pada manual *clamp ampere* yang digunakan.



(a)



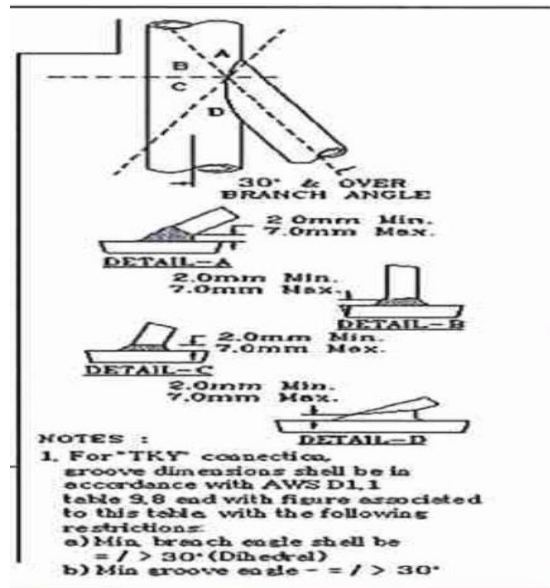
(b)

Gambar 10: (a) Pengecekan *ampere* dan (b) Pengecekan *voltage*

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengukuran Gap

Proses pengukuran Gap yang dilakukan harus mengikuti dari prosedur WPS yang telah ditetapkan, *Minimal Gap* yang diperbolehkan yaitu 2 mm dan *Maximal Gap* yang diperbolehkan 7 mm, hasil pengukuran *Gap* yang didapat dan telah diukur sebelum melakukan pengelasan yaitu 3 – 5 mm, jika *Gap* pipa melebihi dari 7 mm maka wajib melakukan *buttering* sampai batas gap yang ditoleransi.



Gambar 11: Spesifikasi Toleransi Gap

3.2 Perlakuan Panas

Pengamatan perlakuan panas pada material pipa sudah mencukupi dari prosedur yang ada, panas pada pipa *Thickness* ≤ 38 hanya menggunakan *burner minimum preheat* yaitu 110°C boleh melebihi *preheat* minimum tapi tidak boleh melebihi *preheat maximum* atau *interpass* 304°C dan jika *Thickness* pipa ≥ 65 wajib menggunakan elemen panas agar panas yang didapat mencapai prosedur yang diminta. *Minimum preheat* yaitu 150°C boleh melebihi panas minimum tapi tidak boleh melebihi panas *maximum* atau *interpass* 304°C . *Thicknes* pipa yang digunakan untuk *Sub-Cellar deck* yaitu ≤ 38 dan *preheat* yang didapat sudah melebihi *minimum preheat* yang diminta yaitu 113°C .

Tabel 1
Spesifikasi Prosedur Preheat dan Interpass

PRE-HEAT TEMPERATURE TABLE	
BASE METAL THICKNESS (mm)	MINIMUM PRE-HEAT TEMPERATURE
≤ 38	55 °C
≤ 38	70 °C
38 < t ≤ 65	110 °C
≥ 65	150 °C
PREHEAT METHOD	OXYFUEL GAS HEATERS
MAX. INTERPASS TEMP	579°F (304° C)
ELECTRICAL STICK-OUT	14 - 20 mm
MULTIPLE OR SINGLEPASS	MULTIPASS (GROOVE WELDS) SINGLE / MULTIPASS FOR FILLET WELDS (NOTE 4)
MULTIPLE/SINGLE ELECTRODE	SINGLE
MODE OF TRANSFER	N/A
PEENING	N/A
OTHERS	N/A

3.3 Validasi Mesin Las, Wire fedeer, dan Qualified Welder

Pengecekan mesin las dan *wire fedeer* yang dilakukan masih terverifikasi aktif belum *expired* dan layak untuk digunakan, *welder* yang melakukan pengelasan pada pipa sudah terqualifikasi dan diperbolehkan melakukan pengelasan.

3.4 Pengamatan parameter

Dari hasil record parameter yang dilakukan setiap pass sudah sesuai dengan prosedur WPS yang ditetapkan mulai dari *preheat*, time pengelasan, lenght pengelasan, *ampere dan voltase*, *weld bead* yang dihasilkan dan terakhir mengitung *heat input* parameter.

Project : Marjan		Report No. :		Date :		
Discipline : Structural		Drawing No. : WM.MCA.72778.001		Spool No. (if applicable) :		
Area / Location : Accom Erection Area		Dia x Thk (mm) : 25 - 40 mm		Grade Material :		
WPS No. : SP132BTYKP		Rev. : 3		OD ϕ :		
				Joint No. : 19		
REQUIREMENTS (as per WPS)						
Welder ID	Welding Foreman	Time Taken	Weld Process	Joint Type	Position	Welding Pass
			Pass (R,CP,H P, F, C)	Electrode / Filler Wire AWS Classification	Electrode/Filler Size (mm)	Root / Cold or Hot Pass / Fill / Cap
			Electrode / Filler Wire AWS Classification	Electrode/Filler Size (mm)	Min. Preheat Temp. (°C)	Max. Interpass Temp. (°C)
			Time (min) ¹	Length (mm) ¹	Travel Speed ¹ (mm/min)	Ampere (A)
			Volt (V)	Range Heat Input (KJ/mm)	Polarity	Shielding Gas
			Gas Flow Rate (LPM) ²	Weld Bead Width (mm)	Weld Bead Depth (mm)	Finish Time
ACJW	TAHI	09.25	FCAW SS	BUTT	6G	R
ACJW	TAHI	19.00	FCAW SS	BUTT	6G	HP
ACJW	TAHI	12.10	FCAW SS	BUTT	6G	F
ACJW	TAHI	13.25	FCAW SS	BUTT	6G	C
ACTUAL Parameters to be Recorded (on Below)						
ACJW	TAHI	09.25	FCAW SS	BUTT	6G	R
ACJW	TAHI	19.00	FCAW SS	BUTT	6G	HP
ACJW	TAHI	12.10	FCAW SS	BUTT	6G	F
ACJW	TAHI	13.25	FCAW SS	BUTT	6G	C
NOTES: 1. Travel Speed = Length/Time, mm/min 2. Heat Input (HI) = (60 x Amps x volts) / (Travel speed x 1000), KJ/mm 3. This RUNSHEET records, to be maintained by Project QC and sent to Project Certification Group upon completion. 4. Oxygen content shall be measured before start welding as per WPS requirement 5. Conversion CFH to LPM (x 0.473) 6. This record to be applied for any weld joints required pre-heating -both for Structural and Piping 7. For all Structural joints - Preheat and Interpass Temp shall be measured every 3 minutes interval during workshif. Make extra sheet of this form, if necessary						
Checked By				Verified/Witnessed By		QC Inspector
HARRI ALMAJID				Name / Signature		Date
Name / Signature				Verified / Witnessed By		Client Representative
Name / Signature				Name / Signature		Date

Tabel 2
Spesifikasi Prosedur Parameter

QUALIFICATION IN ACCORDANCE WITH SAUDI ARAMCO SPECS SAES-W-013 & AWS D1.1													
WELDING PROCESS : FCAW - SS													
TYPE : SEMI AUTOMATIC													
Welding Parameters for Normalized / TMCP / As Rolled Joint combinations (Note 2, 7, 8)													
SIDE	RUN NO.	WELDING PROCESS	WELDING POSITION PROG.	ELECTRODE(S)			SHIELDING GAS or FLUX	GAS FLOW RATE (CFH)	AMPS	VOLTS	WELDING SPEED MM/MIN	WFS IN/MIN	MAX HEAT INPUT KJ/mm
				SIZE (mm)	TRADE NAME	POLARITY							
1	Root	FCAW - SS	ALL UPHILL	2.0	HOBART FABSHELD 71K6	DCEN	N/A	N/A	125 - 270	16 - 20.4	77 - 100	44 - 120	4.29
1	Hot / Cold Pass	FCAW - SS	ALL UPHILL	2.0	HOBART FABSHELD 71K6	DCEN	N/A	N/A	145 - 295	17 - 21	109 - 175	53 - 123	3.41
1/2	Fill	FCAW - SS	ALL UPHILL	2.0	HOBART FABSHELD 71K6	DCEN	N/A	N/A	145 - 295	17 - 22	120 - 220	53 - 123	3.25
1/2	Cap	FCAW - SS	ALL UPHILL	2.0	HOBART FABSHELD 71K6	DCEN	N/A	N/A	150 - 275	16 - 21	150 - 275	55 - 120	2.31

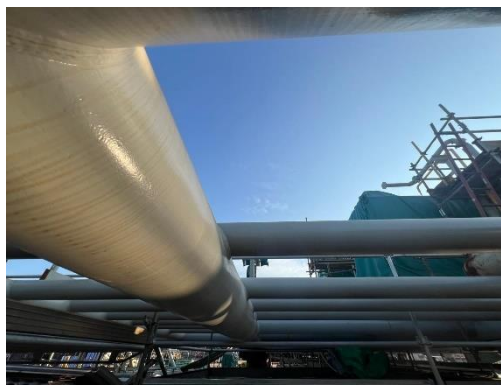
3.5 Visual Inspection

Visual *inspection* dilakukan menggunakan beberapa alat untuk memeriksa hasil pengelasan secara visual, alat yang digunakan ialah *welding gouge* yang berfungsi untuk mengukur dimensi dari cacat las, senter yang berfungsi untuk penerangan ketika pengujian *visual test*. *Visual test* dilakukan setiap pass pengelasan hingga selesai bertujuan untuk meminimalisir terjadinya *defect* las pada setiap proses pengelasan. Pada proses *visual inspection* apabila hasil pengelasan yang dilakukan sesuai dengan *acceptance criteria visual test* maka pengelasan tersebut dapat dilanjutkan. Dan apabila hasil pengelasan yang dihasilkan tidak sesuai dengan *acceptance* kriteria *visual test* maka pengelasan tersebut dinyatakan gagal dan tidak diperbolehkan untuk melanjutkan ke proses NDT.



Gambar 13: Hasil Pengelasan

Hasil *visual inspection* pada pengelasan FCAW didapatkan cacat pengelasan yaitu *defect spatter*; cacat las ini biasanya terjadi karena beberapa hal yaitu potongan-potongan kecil dari bahan panas saat proses pengelasan yang terbang ke *parent metal* ataupun *weld face*. Selain itu penyebab lain yaitu panjang busur dan arus pada busur yang berlebih, tetapi masih bisa di *repair* dengan dengan cara di *cleaning* menggunakan mesin gerinda agar tidak terlihat *defect spatter* dan hasil lebih *smooth*. Cacat las ini biasanya terjadi karena beberapa hal yaitu potongan-potongan kecil dari bahan panas saat proses pengelasan yang terbang ke *parent metal* ataupun *weld face*. Berikut hasil dokumentasi observasi dari pipa *Sub-Cellar Deck* yang telah di *painting*.



Gambar 14: Hasil pipa Sub-Cellar Deck

Hasil observasi dari pipa Sub-Cellar Deck terdapat diameter pipa 12.7 mm, jenis pipa Sub-Cellar deck yaitu pipa T joint dan pengelasan menggunakan proses Fcaw ss dengan posisi pengelasan 6G, kemudian penyesuaian arus dan tegangan yang digunakan sesuai spesifikasi prosedur, selanjutnya inspeksi visual untuk memastikan kualitas pengelasan. Proses pengelasan tubular pipa dilakukan dengan baik dan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Diperlukan pemantauan terus menerus untuk memastikan kepatuhan terhadap spesifikasi pengelasan.

3.6 Acceptance criteria

Setiap *discontinuity* atau ketidaksesuaian ideal *weldment* yang tidak dapat diterima dan yang muncul pada permukaan, setiap *bead*/manik las harus dihilangkan dengan cara digerinda sebelum menyimpan *bead* berikutnya secara berturut-turut sesuai ketentuan dari WPS (*Welding Procedure Specification*) seperti *cracks*, *arc strike*, *porosity*, *distorsi*, *misalignment* dan lain-lain. *Acceptance criteria visual* tes pada AWS D1.1 2020 terdapat pada clause 8.9 Table 8.1 or Table 10.15. [6]

Tabel 3

Acceptance Criteria Visual Inspection Test

No	Defect	Maximum allowance
1	Crack	Reject
2	Craters	Peleburan sempurna harus terjadi pada penampang las
3	Undercut	Max 1/32 (1 mm)
4	Porosity	Reject
5	Arc Strike	Reject
6	Misalignment	Reject
7	Distortion	Reject

Dari hasil *visual inspection* pada pengelasan FCAW tidak ditemukan *defect crack*, *craters*, *undercut*, *porosity*, *arc strike*, *misalignment*, *distortion*, dan cacat pengelasan yang ada hanya *defect spatter*, cacat las ini biasanya terjadi karena beberapa hal yaitu potongan-potongan kecil dari bahan panas saat proses pengelasan yang terbang ke parent metal ataupun *weld face*. Selain itu penyebab lain yaitu panjang busur dan arus pada busur yang berlebih, tetapi masih bisa diperbaiki dengan dengan cara dibersihkan menggunakan mesin gerinda agar tidak terlihat *defect spatter* dan hasil lebih *smooth*. Cacat las ini biasanya terjadi karena beberapa hal yaitu potongan-potongan kecil dari bahan panas saat proses pengelasan yang terbang ke *weld face*.

5 Kesimpulan

Proses monitoring pengelasan adalah kegiatan untuk memastikan bahwa seluruh tahapan pengelasan berjalan sesuai dengan standar yang ditetapkan dan mendapat hasil pengelasan yang baik, beberapa langkah yang harus dilakukan saat proses *monitoring*, pertama pengukuran *gap* pipa sudah sesuai dengan batas toleransi yang telah ditetapkan jika *gap* yang didapat melebihi maka perlu memerlukan *buttering*, kemudian perlakuan panas sudah mencapai panas yang diminta pada pipa yang memiliki *thickness* ≤ 38 mm menggunakan *burner* dan *thickness* pipa yang melebihi ≥ 65 mm wajib menggunakan elemen, selanjutnya validasi mesin dan *wire feeder* masi aktif dan masi layak untuk digunakan, dan memastikan *welder* yang akan mengelas terqualifikasi, kemudian WPS yang digunakan untuk pengelasan sudah sesuai mulai dari *electrode*, *polarity* arus *ampere* dan *voltase*, *welding speed*, dan menghitung *heat input*. Terakhir yang dilakukan adalah tahap *visual inspection* dari hasil pengelasan yang dilakukan hasilnya *accept* dan layak ketahap NDT lanjutan.

6 Daftar Pustaka

- [1] M. I. R. Yuniarto, H. Pratikno, and D. M. Chamelia, "Analisis Pengaruh Variasi Heat Input Pengelasan FCAW pada Sambungan Baja BKI Grade A terhadap Sifat Mekanik," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, no. 2, Feb. 2020, doi: 10.12962/j23373539.v8i2.47184.
- [2] CITRA HARAPAN JAYA. (2021, September 24). Retrieved from CITRA HARAPAN JAYA WEB: <https://chj.co.id/blog/mengenal-pengelasan-fcaw-flux-cored-arc-welding/>
- [3] Ramadani, F. (2021). ANALISIS RESPON KONSTRUKSI CELLAR DECK PADA STRUKTUR JACKET AKIBAT PENGARUH BEBAN INSTALASI. 1-48.
- [4] A. Sifa*, T. Endramawan, Niantoro, "Identifikasi kualitas proses shield metal arc welding (smaw) melalui monitoring arus daya real-time". Indramayu 2020
- [5] Xiang Welding Industrial Co Ltd. (2021). Spesifikasi kawat Electroda E71T8-K6. 1-1.
- [6] Acceptance criteria visual tes pada AWS D1.1 2020 terdapat pada clause 8.9 Table 8.1 or Table 10.15

