ANALISA *WELD DEFECT* PENGELASAN SMAW PADA PROSES FABRIKASI TANGKI AIR DENGAN MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA 36

Muhammad Azis Mubarok [1)]*, Dudung Hermawan [2)] , Arifiansah [3)]
[1)] Universitas Islam As-Syafi'iyah
**Corresponding Author*: mazism21@gmail.com

Diterima: 2 Mei 2024	*Revisi: 10 Mei 2024*	*Disetujui : 12 Mei 2024*	*Terbit: 12 Mei 2024*

ABSTRAK

Dari pengamatan pada perusahaan PT.X dibidang kontruksi pembuatan tangki saat ini sedang terjadi*weld defect*(kasus cacat pengelasan). Berupa *undercut* dan *porosity*pada plate konstruksi baja baik itu terjadi di badan tangki maupun pada penopang badan tangki. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti penyebab munculnya *weld defect* pada hasil pengelasan tangki, serta memberikan solusi perbaikan. Penelitian ini dapat dilakukan dengan menganalisa bentuk hasil pengelasan, kemudian memperdalam analisa dengan melakukan pengujian berupa pengujian *penetran test, magnetic particle test*, yaitu pengujian yang digunakan untuk mengetahui potensi cacat pengelasan *SMAW*. Pada penelitian adalah pengelasan yang digunakan las *SMAW* adalah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda. Penentuan besar arus yang digunakan 60A, 100A, 140A. Penentuan arus tersebut digunakan untuk perbandingan untuk menentukan arus yang baik digunakan. Setelah dilakukan pengujian dengan *penetrant test* dan *magnetic particle test* pada hasil pengelasan *SMAW* 1G pada spesimen arus 60A ditemukan indikasi kecacatan pengelasan sehingga dinyatan *reject*. Pada spesimen 2 arus 100A tidak ditemukan indikasi kecacatan pengelasan sehingga dinyatakan *accepted*. Pada spesimen 3 arus 140A terdapat indikasi kecacatan pengelasan sehingga dinyatakan *reject*.Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lengkap tentang penyebab munculnya *weld defect* dan sekaligus dapat ditentukan langkah antisipasi yang baik dalam upaya pencegahannya.

Kata Kunci: *Tangki, Weld defect, Penetran Test, Magnetcih Partcile Test*

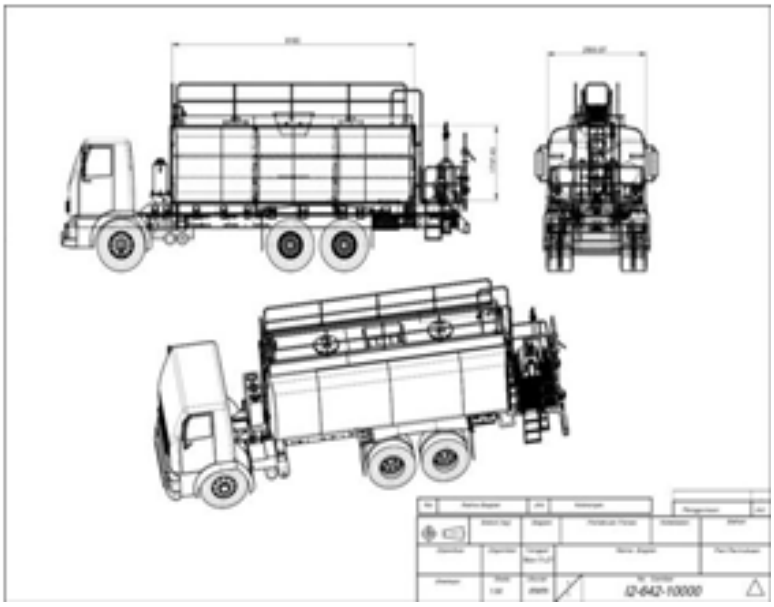
1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan tangki baik sebagai penampungan zat cair menjadikan tangki sebagai suatu hal yang berguna. Untuk melengkapi ketahanan tangki diperlukan pemilihan material yang sesuai untuk ketahanan kinerja tangki. Dengan sambungan las pada tangki merupakan hal yang cukup vital, dikarenakan untuk menampung beban yang besar. Selama tangki tersebut bekerja, sambungan las pada sambungan

las harus dapat menahan variasi beban inersia akibat frekuensi gelombang tangki, untuk itu sambungan las harus kuat menahan beban yang diberikan.

Proses pengelasan di PT. X ini memakai baja karbon rendah jenis SS400. Baja karbon rendah memiliki kekuatan sedang dengan keuletan yang baik dan sangat sesuai untuk tujuan kontruksi, seperti tangki air, jembatan, gedung bertingkat, kapal laut, dan gerbong kereta api. Biasanya material ini banyak dijumpai dalam bentuk plat karena cenderung mudah dibentuk dan untuk tujuan kontruksi. Kadar karbon dalam baja karbon rendah tidak lebih dari 0,3%. Pengerjaan panas seperti proses pengelasan, pasti terjadi perubahan struktur mikro pada material (logam induk maupun daerah lasan). Penyebab adanya weld defect juga bisa disebabkan oleh beberapa faktor, contohnya faktor lingkungan, faktor manusia, faktor metode, faktor mesin dan juga faktor material. Pengamatan yang dijadikan untuk analisa masalah ini adalah adanya temuan *weld defect* pada area sambungan pengelasan antara dinding tangkiyang bisa menjadi acuan dalam kasus ini.



Gambar 1.

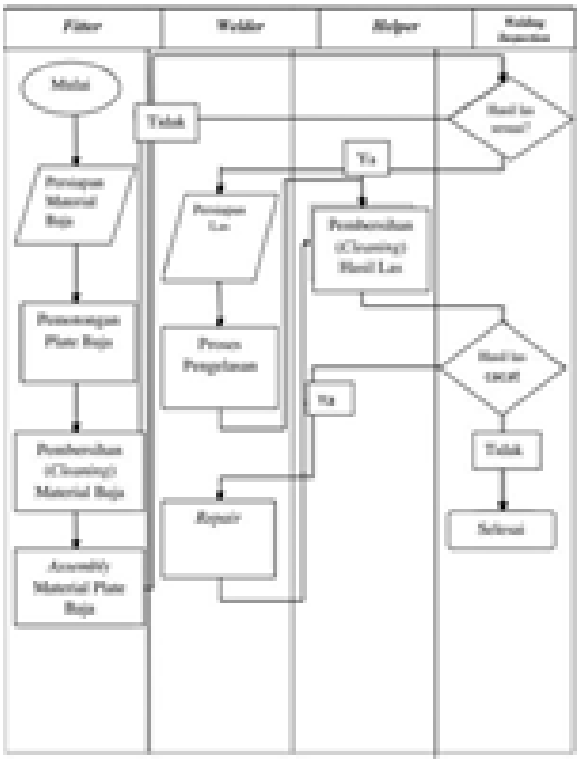
Pada kasus ini, terjadi "*weld defect"* pada titik-titik pengelasan pada salah satu bagian pengelasan, *Weld Defect* ini terjadi karena hasil pengelasan tidak sempurnapada saat proses pengelasan. Ketika daerah hasil pengelasan terdapat *weld defect*, sangat rentan terjadi kebocoran air, hal ini dapat sangat merugikan bagi penggunanya.

1.2 Tujuan Penelitian .

Tujuan Penelitian adalah untuk menganaliasa terjadinya beberapa faktor kegagalan proses pengelasan atau weld defect pada bagian tangka serta untuk mengetahui langkah langkah percegahan terjadinya weld defect yang serupa tidak terjadi lagi.

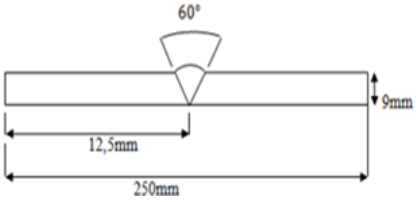
2. METODE

Bahan yang digunakan sebagai bahan uji peneletian adalah plat baja A36 dengan memiliki ukuran tebal 9mm, panjang 250mm, lebar 250mm. Spesimen dibentuk dengan kampuh V60°, setelah selesai dibentuk benda uji dilas menggunakan las SMAW dengan Elektroda E7016 diamter 3,2mm dengan variasi arus pengelasan 60A,100A, dan 140A.

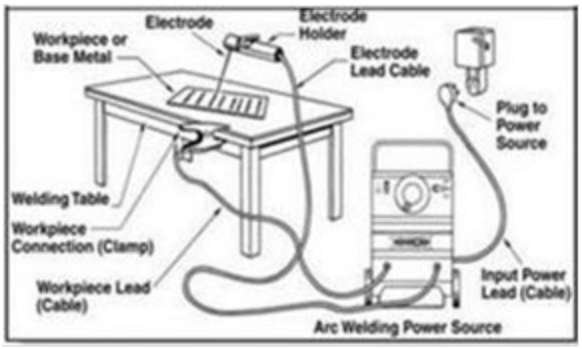


Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

No	Material	Tebal	Panjang	Lebar
1	A36/SS400	9mm	250mm	250mm

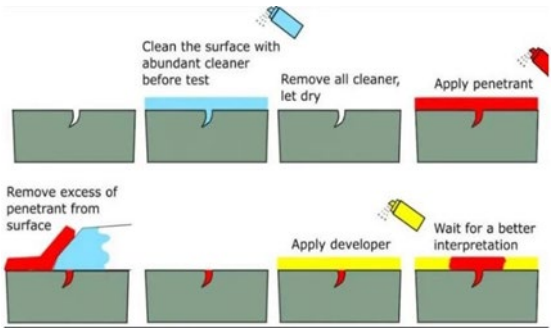


Gambar 3.



Gambar 4. Proses Pengelasan

2.1 Langkah Kerja Pengujian *Penetrant Test*



Gambar 5. Langkah Kerja Pengujian Penetrant Test

a. Persiapan Permukaan
Permukaan benda uji harus bersih dari berbagai jenis pengotor seperti minyak, karat dan pengotor lainnya dengan lebar dari daerah uji minimal 25 mm. Anda dapat membersihkannya dengan sikat baja, hal ini bertujuan agar tidak mengganggu proses aplikasi penetran dan saat mengamati hasil pengujian.

b. *Pre Cleaning*
Setelah pembersihan dengan sikat baja, maka selanjutnya adalah pembersihan menggunakan cleaner. Semprotkan langsung cleaner/remover ke permukaan benda uji, setelah itu bersihkan dengan menggunakan kain yang bersih. Biarkan sekitar 1 menit supaya cairan cleaner yang berada di diskontinuitas menguap dan bersih.

c. Pengaplikasian *Liquid Pentrant*
Saat aplikasi cairan penetran material harus dalam temperature 20-50 derajat celcius. Pengaplikasiannya dapat disemprotkan atau dioleskan dengan kuas secara merata. Setelah itu biarkan cairan masuk, untuk waktunya minimal 5 menit (dwell time).

d. Pembersihan Sisa *Liquid Penetrant* di permukaan
Bersihkan cairan penetran yang ada di permukaan dengan kain bersih dan kering, lakukan beberapa kali dan searah. Setelah itu bersihkan lagi

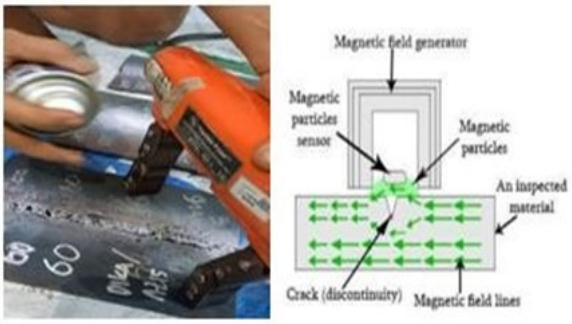
menggunakan kain yang dilembabkan dengan cleaner, namun jangan terlalu lembab karena dapat membersihkan cairan yang berada di dalam diskontinuitas. Jangan pernah membersihkan cairan penetran dengan menyemprot permukaan secara langsung dengan cleaner. Setelah bersih tunggu minimal selama 1 menit dan maksimalnya selama 10 menit sebelum aplikasi cairan developer.

e. Aplikasi Cairan Developer
Semprotkan developer pada permukaan spesimen uji setelah selesai dibersihkan. Jarak penyemprotan 15-20 cm terhadap permukaan benda. Namun sebelum disemprotkan pastikan Anda sudah mengocoknya agar mixing atau pencampuran developer sempurna.

f. Pengamatan dan Inspeksi Indikasi
Setelah aplikasi developer selesai langkah selanjutnya adalah pengamatan indikasi yang muncul. Saat mengamati tunggu waktunya minimal 10 menit dan maksimal 30 menit setelah aplikasi developer.Untuk proses ini harus dengan pencahayaan yang intensitasnya minimal 100 fc (1000 Lux) , Anda dapat mengukurnya menggunakan *lux* meter dan pastikan hasilnya dicatat. Ukur dan Catat Indikasi yang keluar baik indikasi relevan yang memanjang maupun melingkar. Setelah pengamatan selesai sesuaikan hasilnya dengan syarat keberterimaan pengujian *penetran* sesuai dengan standar atau code yang digunakan.

g. Pembersihan Setelah Pengujian
Lakukan pembersihan *developer* dan *penetrant* setelah proses pengujian selesai. Anda dapat menggunakan sikat baja, setelah itu semprot dengan *remover* agar benar - benar bersih.

2.2 Langkah Kerja Pengujian Magnetic Particle Test



Gambar 6.

a. Benda uji harus dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran atau debu yang menempel seperti karat,oli dan kotoran lain. Untuk membersihkan kotoran bisa menggunakan Cleaner atau Remover.

b. Permukaan benda uji disemprotkan cairan White Contras Paint sampai menutupi semua permukaan las, biarkan selama 2 menit agar mengering.
c. Kemudian pasang menggunakan YOKE ke benda uji yang akan diinspeksi.
d. Tahap berikutnya memberikan cairan Black ink, tujuan ini agar serbuk besi halus dapat bergerak ke arah cacat pengelasan.
e. Memeriksa secara visual cacat las yang berupa garis atau retakan pada permukaan benda uji.
f. Menganalisa kecacatan pengelasan yang ada pada benda kerja.

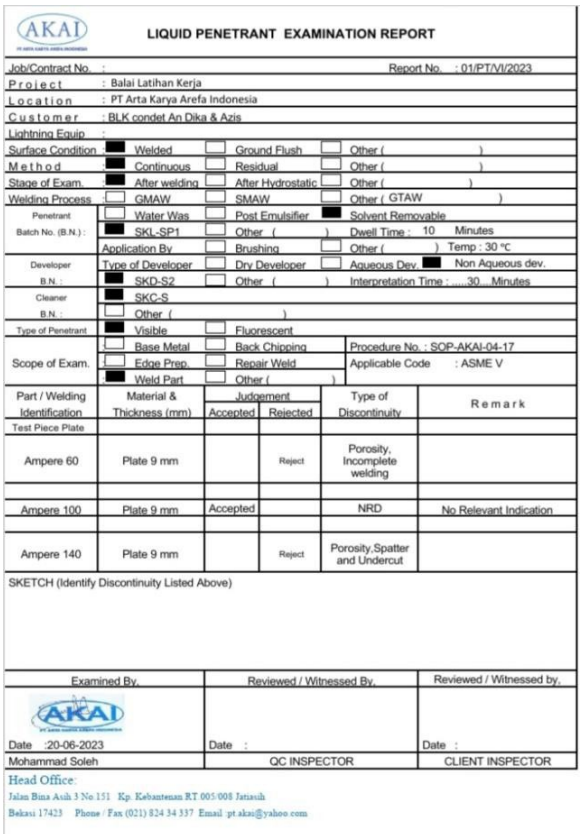
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian *Penetrant Test*

Tabel 1 Hasil Uji *Penetrant Test*



Tabel 2 Hasil Uji *Penetrant Test*



AKAI

LIQUID PENETRANT EXAMINATION REPORT

Job/Contract No. : Report No. : 01/PT/VI/2023
Project : Balai Latihan Kerja
Location : PT Arta Karya Arefa Indonesia
Customer : BLK condet An Dika & Azis
Lightning Equip :
Surface Condition ■ Welded ☐ Ground Flush ☐ Other ( )
Method ■ Continuous ☐ Residual ☐ Other ( )
Stage of Exam. ■ After welding ☐ After Hydrostatic ☐ Other ( )
Welding Process ☐ GMAW ☐ SMAW ☐ Other (GTAW)
Penetrant ☐ Water Was ☐ Post Emulsifier ■ Solvent Removable
Batch No. (B.N.) : ■ SKL-SP1 ☐ Other ( ) Dwell Time : 10 Minutes
Application By ☐ Brushing ☐ Other ( ) Temp : 30 °C
Developer Type of Developer ☐ Dry Developer ☐ Aqueous Dev. ■ Non Aqueous dev.
B.N. : ■ SKD-S2 ☐ Other ( ) Interpretation Time : .....30.... Minutes
Cleaner ■ SKC-S
B.N. : ☐ Other ( )
Type of Penetrant ■ Visible ☐ Fluorescent
Scope of Exam. ☐ Base Metal ☐ Back Chipping Procedure No. : SOP-AKAI-04-17
☐ Edge Prep. ☐ Repair Weld Applicable Code : ASME V
■ Weld Part ☐ Other ( )

Part / Welding Identification	Material & Thickness (mm)	Judgement Accepted	Judgement Rejected	Type of Discontinuity	Remark
Test Piece Plate					
Ampere 60	Plate 9 mm		Reject	Porosity, Incomplete welding	
Ampere 100	Plate 9 mm	Accepted		NRD	No Relevant Indication
Ampere 140	Plate 9 mm		Reject	Porosity,Spatter and Undercut	

SKETCH (Identify Discontinuity Listed Above)

Examined By,	Reviewed / Witnessed By,	Reviewed / Witnessed by,
AKAI Date :20-06-2023	Date :	Date :
Mohammad Soleh	QC INSPECTOR	CLIENT INSPECTOR

Head Office:
Jalan Bina Asih 3 No.151 Kp. Kebantenan RT.005/008 Jatiasih
Bekasi 17423 Phone / Fax (021) 824 34 337 Email :pt.akai@yahoo.com

Tabel 3 Hasil Uji *Penetrant Test*

NO	Ampere	Tebal plat	Indikasi *weld defect*	Keterangan
1	60	9mm	*Porisity, incomplete welding*	*Reject*
2	100	9mm	*No relevant indication*	*Accepted*
3	140	9mm	*porosity, over spatter, dan undercut*	*Reject*

Pada hasil pengujian tersebut, cacat las yang diketahui dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Pada las 60 ampere

1. Cacat pengelasan terjadi pada 60 ampere adalah porosity, dan incomplete welding.
2. Hasil pengelasan kurang matang yang menyebabkan permukaan dari benda kerja tidak tertutup secara merata, dengan elektroda yang kurang menempel dengan kuat terhadap benda kerja, hasil las lebih banyak memiliki rongga disebabkan uap panas yang terjebak yang diakibatkan kurangnya titik leleh pada elektroda yang tidak sempurna.
3. Fenomena yang terjadi pada saat pengujian penetrant test,cairan penetrant yang diberikan *developer* menjadi berwarna sangat merah dan hasil ini tidak bagus, perubahan warna ini adanya indikasi diskontinuitas dikarenakan banyaknya rongga *porosity* pada permukaan benda kerja.

b. Pada las 100 ampere
   1. Tidak ditemukan cacat pengelasan, hasil las bagus secara visual.
   2. Kondisi hasil las sangat halus dan hampir tidak ditemukan cacat pengelasan dikarenakan sirkulasi panas dan penetrasi terjadi dengan sempurna pada benda uji.
   3. Fenomena yang terjadi pada saat pengujian penetrant test, cairan penetrant yang diberikan developer menjadi berwana merah muda perubahan warna ini adanya indikasi sedikit diskontinuitas tetapi masih sesuai standart pengetesan *penetrant*.
   4. Diantara 3 spesimen yaitu 60A, 100A, dan 140, penggunaan dengan 100A dinyatakan bagus dikarenakan dari hasil pengujian *penetrant*, 60A dan 140A ditemukan adanya cacat pengelasan pada benda uji.

c. Pada las 140 ampere
   1. Cacat pengelasan terjadi pada 140 ampere adalah porosity, over spatter, dan undercut.
   2. Kondisi hasil las banyak memiliki spatter yang diakibatkan penetrasi dan tekanan berlebih, hasil las juga terlihat sedikit cekung akibat panas berlebih pada titik leleh elektroda yang berlebih mengakibatkan permukaan benda kerja tidak tertutup sempuna.
   3. Fenomena yang terjadi pada saat pengujian penetrant test, cairan penetrant yang diberikan developer menjadi berwana merah pada sisi bagian pengelasan dan banyaknya percikan las yang mengenai benda kerja.

3.2 Data Hasil Uji Magnetic Particle Test

Tabel 4 Hasil Uji *Magnetic Particle Test*

AKAI
PT ARTA KARYA AREFA INDONESIA

MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION REPORT

Report No. : 01/MT/VI/2023

PHOTOGRAPH



Head Office:
Jalan Bina Asih 3 No.151 Kp. Kebantenan RT 005/008 Jatiasih
Bekasi 17423 Phone / Fax (021) 824 34 337 Email pt.akai@yahoo.com

Tabel 5. Hasil Uji *Magnetic Particle Test*

AKAI
PT ARTA KARYA AREFA INDONESIA

MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION REPORT

Job/Contract No. :				Report No. : 01/MT/VI/2023	
Project	: BLK Condet				
Location	: Workshop PT Arata Karya Arefa Indonesia				
Customer	: BLK Condet A/n Dika & Azis				
MT Equipment	: ■ Yoke	☐ Prod		S.N. :	
Type of Particles	: ☐ Dry	■ Wet		Manufacture :	
Surface Condition	: ■ Welded	☐ Ground Flush		☐ Other ( )	
Method	: ■ Continuous	☐ Residual		☐ Other ( )	
Stage of Exam.	: ■ After Welding	☐ After Hydrostatic		☐ Other ( )	
Welding Process	: ☐ GMAW	■ SMAW		☐ Other (GTAW)	
Scope of Exam.	: ☐ Base Metal	☐ Back Chipping		Procedure No. : SOP-AKAI-03-17	
	: ☐ Edge Prep.	☐ Repair Weld		Applicable Code : ASME SEC V	
	: ■ Weld Part	☐ Other ( )			

Part / Welding Identification	Material & Thickness (mm)	Judgement Accepted	Judgement Rejected	Type of Discontinuity	Remark
Ampere 60	Plate 9 mm		Rejected	Porosity, Incomplete welding	
Ampere 100	Plate 9 mm		Accepted	NRD	No Relevant Indication
Ampere 140	Plate 9 mm		Rejected	Porosity,Spatter and Undercut	

Examined By,	Reviewed / Witnessed By,	Reviewed/Witnessed by,
AKAI PT ARTA KARYA AREFA INDONESIA		
Date :20-06-2023	Date :	Date :
Mohammad Soleh	QC INSPECTOR	CLIENT INSPECTOR

Head Office:
Jalan Bina Asih 3 No.151 Kp. Kebantenan RT 005/008 Jatiasih
Bekasi 17423 Phone / Fax (021) 824 34 337 Email pt.akai@yahoo.com

Tabel 6 Hasil Uji *Magnetic Particle Test*

No	Ampere	Tebal plat	Indikasi weld defect	Keterangan
1	60	9mm	*Porisity, incomplete welding*	*Reject*
2	100	9mm	*No relevant indication*	*Accepted*
3	140	9mm	*porosity, over spatter, dan undercut*	*Reject*

Pada hasil pengujian tersebut, cacatlas yang diketahui dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Pada las 60 ampere
   1. Cacat pengelasan terjadi pada 60 ampere adalah porosity, dan incomplete welding.
   2. Hasil pengelasan kurang matang yang menyebabkan permukaan dari benda kerja tidak tertutup secara merata, dengan elektroda yang kurang menempel dengan kuat terhadap benda kerja, hasil las lebih banyak memiliki rongga disebabkan uap panas yang terjebak yang diakibatkan kurangnya titikleleh pada elektroda yang tidak sempurna.

   Fenomena yang terjadi pada saat partikeltest, ketika medan magnet diaktifkan partikel yang bergerak akan terjebak kedalam hasil pengelasan yang cacat berongga (porosity) sehingga dinyatakan diskontinuitas, yang berarti hasil pengelasan kurang bagus.

b. Pada las 100 ampere
   1. Tidak ditemukan cacat pengelasan, hasillas bagus secara visual.
   2. Kondisi hasil las sangat halus danhampir tidak ditemukan cacatpengelasan dikarenakan sirkulasi panas dan penetrasi terjadi dengan sempurna pada benda uji.
   3. Fenomena yang terjadi pada saat pengujian magnetic partikel test, ketika medan magnet diaktifkan partikel tidak bergerak kearah cacat pengelasan karena tidak adanya diskontinuitas pada permukaan atau bawah permukaan pada benda uji.
   4. Diantara 3 spesimen yaitu 60A,100A, dan 140, penggunaan dengan 100A dinyatakan bagus dikarenakan dari hasilpengujian magnetic , sedangkan di 60A dan 140A ditemukan adanya cacat pengelasan pada benda uji.

c. Pada las 140 ampere
   1. Cacat pengelasan terjadi pada 140ampere adalah porosity, over spatter, dan undercut.
   2. Kondisi hasil las banyak memiliki spatter yang diakibatkan penetrasi dan tekanan berlebih, hasil las juga terlihat sedikit cekung akibat panas berlebih pada titik leleh elektroda yang berlebih mengakibatkan permukaan benda uji tidak tertutup sempuna.
   3. Fenomena yang terjadi pada saat pengujian partikel bergerak ke arah material yang mengalami cerukan (*undercut*, dan *spatter*) pada setiap sisi

pengelasan karna adanya diskontinuitaspada benda uji.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka terdapat beberapa kesimpulan dianataranya adalah :

a. Faktor metode yang diperoleh dari analisa, maka perlu dilakukan penekanan mitigasi sehingga mengurangi kesalahan *weld defect* supaya hasil yang didapatkan menjadi lebih baik.
b. Faktor manusia juga sangat mempengaruhi terjadinya *weld defect*, maka perlu juga dilakukan penekanan mitigasi terhadap faktor manusia.
c. Faktor mesin juga bisa mempengaruhi hasil dari sebuah pengelasan yang bisa menimbulkan adanya *weld defect.*
d. Pada hasil pengelasan *SMAW* 1G pada spesimen 1 arus 60A ditemukan adanya indikasi *weld defect* sebanyak 2 buah cacat, cacat yang ditemukan berupa *porosity* dan *incomplete welding,* dari hasil

DAFTAR PUSTAKA

Erika & Nizhar Hanif Falahi, 2022 , *ANALISA PENGARUH KUAT ARUS LAS SMAW TERHADAP CACAT PENGELASAN*, vol. 24, no. 1

Chandra Dwi setia & Erifive Pranatal, 2022, *ANALISA CACAT PENGELASAN SMAW PADA POSISI 2G PADA BAJA MATERIAL A36 DENGAN VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN*

Ranu Yudistira Pratama, Minto Basuki, & Erifive Pranatal, 2020 *PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW UNTUK POSISI PENGELASAN 1G PADA MATERIAL BAJA KAPAL SS 400 TERHADAP CACAT PENGELASAN*, vol. 2, no.1

Sutrimo, 2011, *Pengaruh Masukan Panas Terhadap Struktur Miro dan Sifat Mekanik Pada Pengelasan Busur Rendam Baja Karbon AISI 1020*, vol. 5, no.2

Muhammad Aqdar Fitrah , Muhammad Balfas , & Mardin, 2021, *Analisis Cacat Las Hasil Pengelasan Kombinasi GTAW Dan SMAW Posisi 6G Pada Pipa SA 106 GRADE B*

Widharto, S., 2006, *Petunjuk Kerja Las*, Jakarta, Pradnya Paramita

Sonawan, H & Suratman, R., 2006, *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*

Kemnaker R.I, Melakukan Penetrant Test (PT) C.24LAS01.034.01

Kemnaker R.I, Melakukan Magnetic Particle Test (MT) C.24LAS01.035.1

Syaripudin, Yosafat Nova Indro Saputro, & Ahsan, *PENGARUH ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E 7018*

American Welding Society, 2010, Structural Welding Code-Steel AWS. D1.1/D1.1M

Fajar Kurniadi, Fourry Handoko, & Thomas Priyasmanu, 2022, *ANALISIS WELDING DEFECT RATE DAN PENGANANNYA DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA*

(STUDI KASUS: PT. MEINDO ELANG INDAH, MUARA JAWA, KUTAI KARTAN, vol. 5, no. 1