

INSPEKSI LIQUID PENETRANT SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW PADA FABRIKASI *FRAME ACID SKID*

Parlin Jhony Haposan Siagian, Nurul Laili Arifin*, Nurul Ulfah

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

Jalan Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461, Indonesia

*Corresponding author: laili@polibatam.ac.id

Article history

Received:

14-03-2022

Accepted:

20-05-2022

Published:

30-06-2022

Copyright © 2022
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Di zaman era globalisasi ini telah banyak dibangun perusahaan industri, terutama di bidang kimia. Perusahaan industri kimia membutuhkan tangki sebagai tempat penyimpanan bahan kimia hasil produksi, namun perusahaan juga membutuhkan kerangka dengan desain dudukan tangki yang bagus dan kuat serta dapat dipindahkan dengan mudah. Material yang digunakan untuk kerangka ini ialah jenis *Carbon Steel* (S275JR) menggunakan proses pengelasan SMAW pada posisi pengelasan 6G dengan arus antara 59 A-134 A. Adapun jenis sambungan untuk kerangkanya ialah *Butt-joint*, *Fillet Joint*, dan *Lap Joint*. Pada penelitian ini agar dapat menjamin kualitas hasil pengelasan tersebut benar-benar layak maka material hasil pengelasan tersebut dilakukan pengujian *Non-Destructive Testing* dengan metode inspeksi menggunakan *Liquid Penetrant*, adapun penetrant metode adalah *Solvent Removable* dengan sensitivitas *Visible* pada tingkat intensitas cahaya 1000 lux. Mengenai hasil pengelasan tersebut ditentukan berdasarkan *acceptance criteria* pada AWS dengan ASME sebagai acuan yang kritis. Hasil pengujian menunjukkan tidak ada ditemukannya cacat atau diskontinuitas pada hasil pengelasan seperti garis (*linear*) dan bundar (*rounded*) dibagian *pad eye* dan *base frame*, maka seluruh hasil pengelasan tersebut diterima (*accepted*).

Kata Kunci: SMAW, *Acid Skid*, *Liquid Penetrant Test*, *Carbon Steel*, *Frame*

Abstract

In this era of globalisation, many industrial companies have been built, especially in the chemical field. Chemical industry companies need a tank to store chemicals production result with a framework design that is nice and strong and can be moved easily. The material used is the type of carbon steel (S275JR) using the SMAW welding process at 6G welding position with intermediate currents in 59 A-134A. The type of joint for the frame is butt-joint, fillet joint and lap joint. In order to guarantee the quality of the welding results, the material will be tested in Non-Destructive Testing with the Inspection method using liquid penetrant, the penetrant method is solvent removable with visible sensitivity at a light level intensity of 1000 lux. The welding results are determined based on acceptance criteria in AWS with ASME as a critical reference. If there no defects or discontinuities like linier and rounded were found in section of pad eye and base frame, then all welding results will be accepted.

Keywords: SMAW, *Acid Skid*, *Liquid Penetrant*, *Carbon Steel*, *Frame*

1.0 PENDAHULUAN

Di zaman era globalisasi ini telah banyak dibangun perusahaan industri, terutama di bidang kimia. Bahan kimia itu tidak bisa diletakkan sembarangan, sehingga dibutuhkanlah wadah (tangki) sebagai alat penyimpanan bahan kimia tersebut. Namun wadah untuk menyimpan bahan kimia tersebut juga membutuhkan kerangka

(*frame*) dari logam sebagai tempat peletakan atau kedudukan tangki dengan desain yang bagus dan kekuatan yang baik untuk dapat menahan tangki agar tidak mudah goyang. Maka perlu melakukan proses pengelasan untuk menyambung kerangka (*frame*) dari logam tersebut [1].

Pengelasan adalah suatu proses menggabungkan atau

menyatukan dua atau lebih bagian-bagian logam. Banyaknya pemakaian teknik penyambungan logam jenis pengelasan ini disebabkan karena adanya keunggulan dibandingkan dengan teknik penyambungan logam lain yaitu kekuatan las dapat mendekati atau bahkan melebihi kekuatan logam induknya. Salah satu proses pada pengelasan yaitu pengelasan SMAW atau las busur listrik merupakan sebuah proses penyambungan logam menggunakan energi panas yang berasal dari mesin las itu sendiri untuk mencairkan benda kerja (*base metal*) dengan menggunakan elektroda sebagai bahan pengisi [2].

EKesalahan-kesalahan pada proses penyambungan logam atau pada proses pengelasan karena tidak mengikuti prosedur yang ada seperti arus yang terlalu tinggi dan terlalu rendah, kecepatan pengelasan terlalu cepat ataupun terlalu lambat tidak sebanding dengan arus, salah pemilihan elektroda serta sudut antara elektroda dengan material (*arc length*) tidak tepat. Sehingga dapat menimbulkan diskontinuitas atau cacat seperti retak (*crack*), lubang (*porosity*), profil lasan yang kurang sempurna (*incomplete fusion*), pengerukan (*undercut*), retak pada kawah lasan (*crater cross section*), percikan las (*spatter*) pada lasan. Untuk menangani hal tersebut maka diperlukan adanya inspeksi hasil pengelasan dengan berdasarkan pada AWS D1.1 Tabel 6.1 sebagai standar kriteria penerimaan (*acceptance criteria*). Metode untuk melakukan inspeksi hasil lasan salah satunya adalah dengan uji tidak merusak (NDT) metode *dye penetrant*. Metode *Liquid Penetrant Test (dye penetrant)* merupakan metode NDT yang paling sederhana namun mempunyai keunggulan berupa kecepatan dan keakuratan dalam mendeteksi diskontinuitas yang ada di permukaan. Metode ini digunakan untuk menemukan diskontinuitas/cacat yang terbuka ke permukaan seperti retakan, laminasi, kebocoran atau lubang dan tidak fusi atau kurangnya penyatuan pada lasan dari komponen solid, baik logam maupun non logam, seperti keramik dan plastik fiber. Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas dengan melihat diskontinuitas pada permukaan benda uji setelah disemprotkan *developer* yang kemudian dianalisa untuk dijadikan pelaporan kerja [3].

Berdasarkan uraian diatas tujuan penelitian ialah melakukan inspeksi untuk menemukan diskontinuitas pada hasil proses pengelasan SMAW pada baja pembuatan *Frame Acid Skid* dengan metode *Liquid Penetrant Test*.

2.0 METODE

2.1 Material Pengujian

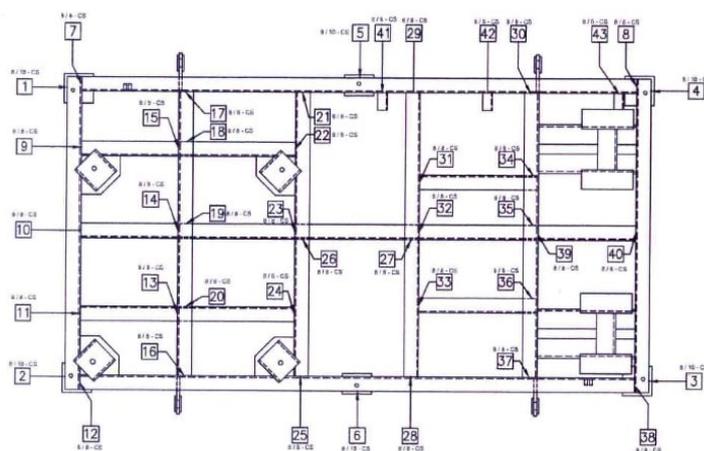
Benda kerja yang digunakan ialah jenis baja karbon

(S275JR) dengan komposisi kimia yaitu :

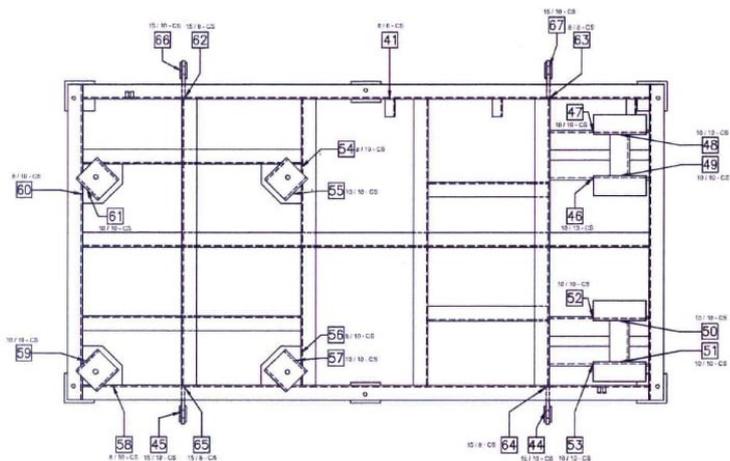
Tabel 1. Komposisi Kimia (Sumber: Sertifikat Material)

NO	Heat No	Ukuran (mm)	C	Si	Mn	P	S
1	160451	50x50x5,0	0,18	0,18	0,88	0,024	0,029
2	241105	100x100x10,0	0,21	0,24	0,67	0,026	0,027
3	242758	75x75x9,0	0,18	0,20	0,69	0,025	0,026

Nomor panas (*Heat Number*) pada Tabel 1. merupakan nomor identifikasi yang dicap oleh perusahaan pembuat material tentang asal-usul pembuatan material tersebut.



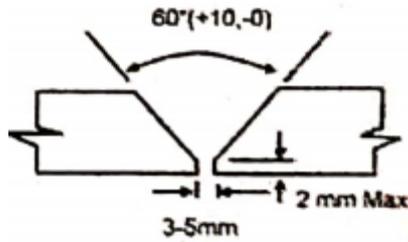
Gambar 2a. Sketsa Kerangka 1 (Sumber: Peta Struktur Utama Las PT. Louis Alain, 2019)



Gambar 2b. Sketsa Kerangka 2 (Sumber: Peta Struktur Utama Las PT. Louis Alain, 2019)

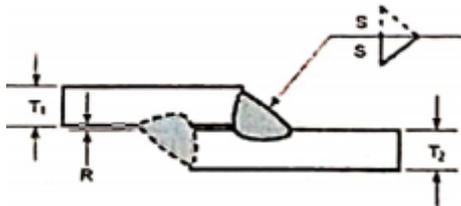
Gambar 2a. merupakan sketsa kerangka pertama yang digunakan untuk menunjukkan nomor sambungan (*joint number*) 1-43 sedangkan **Gambar 2b.** merupakan sketsa kerangka kedua yang diguna kan untuk menunjukkan

nomor sambungan (*joint number*) 44-67.



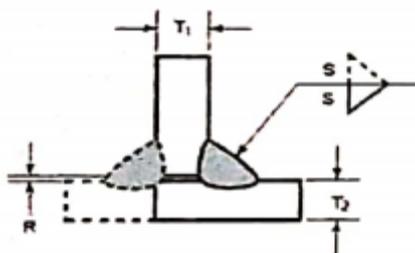
Gambar 3. Rincian Sambungan, *Butt Joint* (Sumber: *Welding Procedure Specification* PT. Catur Teknik Mandiri, 2019)

Pada Gambar 3. Jenis sambungan *Butt Joint* dengan total kemiringan sudut 60° dengan toleransi $max\ 10^\circ$, $min\ 0^\circ$, *root gap* 3-5 mm dan *root face* $max\ 2\ mm$.



Gambar 4. Rincian Sambungan, *Lap Joint* (Sumber: *Welding Procedure Specification* PT. Catur Teknik Mandiri, 2019)

Pada Gambar 4. Jenis sambungan *Lap Joint* dimana ditunjukkan panah (s) yaitu dilas dua sisi, serta (R) *root opening* berdasarkan AWS D1.1 2015 adalah 0, karena tipe sambungan ini tidak membutuhkan *root opening*. T_1 dan T_2 merupakan ketebalan dari material itu sendiri.



Gambar 5. Rincian Sambungan, *Tee Joint* (Sumber: *Welding Procedure Specification* PT. Catur Teknik Mandiri, 2019)

Pada Gambar 5. Jenis sambungan *Tee Joint*, dimana seperti pada Gambar 4. ditunjukkan panah (s) yaitu dilas dua sisi, serta (R) *root opening* berdasarkan AWS D1.1 2015 adalah 0, karena tipe sambungan ini tidak membutuhkan *root opening*. T_1 dan T_2 merupakan ketebalan dari material itu sendiri.

2.2 Parameter Pengelasan

Berdasarkan *Welding Procedure Specification* proses pengelasan adalah SMAW dengan menggunakan posisi

6G (*All Position*) karena mencakup semua posisi pada saat pengelasan yaitu dibawah tangan (*flat*), tegak lurus (*vertical*), mendatar (*horizontal*), diatas kepala (*overhead*) dan Elektroda yang digunakan untuk baja karbon rendah (S275JR) adalah (E7016) untuk *Root* dan (E7018) untuk *Hotpass* dan *Capping* dan parameter pengelasan dapat dilihat pada Tabel 2. (Sumber: *Welding Procedure Specification* PT. Catur Teknik Mandiri, 2019).

Tabel 2. Parameter Pengelasan

(Sumber: *Welding Procedure Specification* PT. Catur Teknik Mandiri, 2019).

Pass	Current (A)	Voltage (V)	Travwl speed (mm/min)
Root	59-80	20-25	35-39
Hotpass	59-98	20-25	90-101
Filler	83-134	20-25	66-104
Capping	83-134	20-25	118-130

2.3 Prosedur Inspeksi Penetrant

Liquid Penetrant yang dipakai saat melakukan inspeksi adalah metode *Solvent Removable* dengan jenis penetrasi *Visible*. Adapun prosedur melakukan inspeksi berdasarkan ASTM E165 yang mengacu ke ASME Section V, 2013 yaitu:

1. Pembersihan awal (*Precleaning*), tahapan ini dilakukan menggunakan *cleaner* atau cairan pembersih untuk membersihkan permukaan dan diskontinuitas bebas dari kontaminasi apa pun baik padat maupun cair.
2. Memastikan area lasan sudah kering, ini merupakan sangat penting dikarenakan ada residu dari cairan pembersih tadi yang dapat menghalangi pintu masuk cairan penetrasi.
3. Pengaplikasian cairan *penetrant* (penetrasi) di area lasan.
4. Berdasarkan ASME Section V Tabel 2, 2013. Untuk *Recommended Minimum Dwell Time* (waktu yang diperlukan untuk cairan penetrasi meresap) adalah 5-10 menit dan pada suhu ($10-52^\circ C$) untuk tipe *Visible Penetrant*.
5. Berdasarkan ASME Section V, untuk menghilangkan cairan penetrasi (*Removal of Solvent-Removable Penetrant*) ialah menggunakan kain yang sudah disemprotkan cairan pembersih (*cleaner*) secara searah.
6. Pengaplikasian cairan penarik/ pengembang (*Developer*).
7. Berdasarkan ASME Section V Tabel 2, 2013 untuk *Minimum Dwell Time* (waktu yang diperlukann untuk cairan penetrasi terserap oleh cairan pengembang) ialah 5 – 10 menit.
8. Melakukan Inspeksi pada intensitas cahaya 1000 Lux

untuk memudahkan melihat cacat yang ada pada lasan

9. Melakukan Evaluasi dengan berdasarkan kriteria yang dapat diterima (*Acceptance Criteria*)
10. Pembersihan akhir (*Post Cleaning*) untuk menghilangkan cairan penetrasi (*Penetrant*) dan cairan pengembang (*Developer*) pada material uji.

2.4 Analisa Data

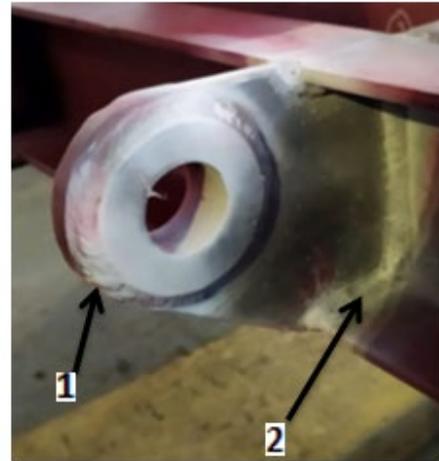
Membuat laporan hasil inspeksi *liquid penetrant* serta melakukan inspeksi ada tidaknya diskontinuitas atau cacat pengelasan yang tidak diizinkan berupa garis (*linear*) dan bundar (*rounded*) dengan berdasarkan AWS D1.1, 2015, Tabel 6.1 untuk visual inspeksi sebagai standar kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) dengan ASME Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6 sebagai acuan pada uji *liquid penetrant test*.

Berdasarkan AWS D1.1 Tabel 6.1 Visual Inspeksi sebagai standar kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) dengan ASME Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6 sebagai acuan untuk standar kriteria penerimaan pada uji inspeksi *liquid penetrant* adalah sebagai berikut:

1. Indikasi garis (*linier*) yang relevan ($>1,5$ mm).
2. Indikasi bundar (*rounded*) yang relevan, dimana ukurannya > 5 mm.
3. Empat atau lebih indikasi bundar yang relevan berjejer dalam satu garis, terpisah satu sama lainnya pada jarak $\leq 1,5$ mm, dari ujung ke ujung.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

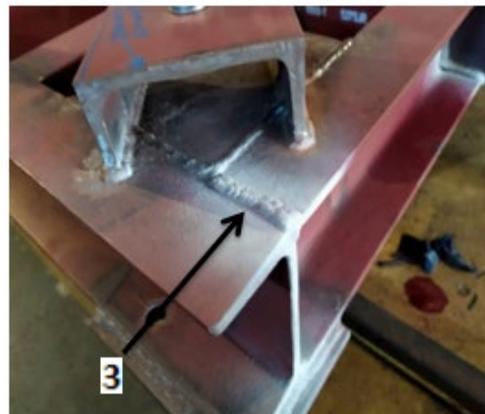
Pada Gambar 7a. dan Gambar 7b. merupakan gambar material uji *pad eye* ketika dilakukan inspeksi, seperti pada gambar yang di tunjukan panah nomor 1 jenis sambungan *lap joint* dan nomor 2 jenis sambungan *tee joint*. Dimana tidak ada ditemukannya cacat atau diskontinuitas pada area lasan yaitu berupa garis (*linear*) dan bundar (*rounded*) sebagaimana yang disebutkan dalam ASME Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6 sebagai acuan untuk standar kriteria penerimaan pada uji inspeksi *liquid penetrant* bahwa hasil pengelasan harus bebas dari indikasi *linear*, *rounded* indikasi yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat empat atau lebih indikasi dengan jarak 1,5 mm. Maka material uji *pad eye* dinyatakan diterima atau *accepted* dan dapat dilihat pada Tabel 3 dari nomor 12-20.



Gambar 7a. Material Uji (*Pad Eye*)
(Sumber: Foto dari PT. Hitek Indo Mulia, 2019)



Gambar 7b. Material Uji (*Pad Eye*)
(Sumber: Foto dari PT. Hitek Indo Mulia, 2019)



Gambar 8. Material Uji (*Base Frame*)
(Sumber: Foto dari PT. Hitek Indo Mulia, 2019)

Tabel 3. Laporan Hasil Uji Liquid Penetrant

No.	Nama Bagian	No. Joint	Tipe Defect	Hasil	
				Diterima	Tidak Diterima
1	Base Frame	7	-	√	-
2	Base Frame	8	-	√	-
3	Base Frame	12	-	√	-
4	Base Frame	16	-	√	-
5	Base Frame	17	-	√	-
6	Base Frame	21	-	√	-
7	Base Frame	26	-	√	-
8	Base Frame	28	-	√	-
9	Base Frame	30	-	√	-
10	Base Frame	37	-	√	-
11	Base Frame	38	-	√	-
12	Base Frame (Pad Eye)	40	-	√	-
13	Base Frame (Pad Eye)	44	-	√	-
14	Base Frame (Pad Eye)	45	-	√	-
15	Base Frame (Pad Eye)	62	-	√	-
16	Base Frame (Pad Eye)	63	-	√	-
17	Base Frame (Pad Eye)	64	-	√	-
18	Base Frame (Pad Eye)	65	-	√	-
19	Base Frame (Pad Eye)	66	-	√	-
20	Base Frame (Pad Eye)	67	-	√	-

Pada Gambar 8. merupakan gambar untuk material uji *base frame* saat dilakukan inspeksi, pada gambar yang ditunjukkan panah nomor 3 jenis sambungan *butt joint*. Juga tidak ada ditemukannya cacat atau diskontinuitas pada area lasan yaitu berupa garis (*linear*) dan bundar (*rounded*) sebagaimana yang disebutkan dalam ASME Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6 sebagai acuan untuk standar kriteria penerimaan pada uji inspeksi *liquid penetrant* bahwa hasil pengelasan harus bebas dari indikasi *linear*, *rounded* indikasi yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat empat atau lebih indikasi dengan jarak 1,5 mm. Maka material uji *pad eye* dinyatakan diterima atau *accepted* dan dapat dilihat pada Tabel dari nomor 1-11.

Hasil dari inspeksi uji *penetrant* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3. berdasarkan permintaan customer (*client specification*) bahwa harus dilakukan inspeksi pada material yang telah dilas yaitu sebanyak 30% atau 20 nomor dari total nomor sambungan (*joint number*) pada peta struktur utama las. Untuk bagian *base frame* total inspeksi 11 nomor sambungan sedangkan bagian *pad eye* total 9 nomor sambungan.

4.0 KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini adalah:

Setelah dilakukan proses pengujian dari hasil pengelasan SMAW untuk pembuatan *frame acid skid* menggunakan NDT (*Non Destructive Testing*) dengan metode *Liquid Penetrant Test* diketahui bahwa pada hasil pengelasan tidak ditemukannya cacat atau diskontinuitas berupa garis (*linier*) dan bundar (*rounded*) sebagaimana yang disebutkan dalam standar kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) pada AWS D1.1 Table 6.1 Visual Inspeksi dengan ASME Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6 sebagai acuan untuk uji *liquid penetrant*.

Pada saat melakukan pengelasan *welder* melakukannya sesuai prosedur yang telah diatur dalam *Welding Procedure Specification* (WPS).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Everett, K and Hughes, D.1981., "A Guide to Laboratory Design", Butterworths, London
- [2] Indrayono, F. R., Rhohman, F., dan Musliminllham, M. "Pengaruh Variasi Arus Dan Bentuk Kampuh Pada Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Sambungan Las Dengan Elektroda Type E6013". Artikel Skripsi, 02(02), Universitas Nusantara PGRI Kediri (Issn:2599-3011). 2018.
- [3] Tito Endramawan, (2017). Analisa Hasil Pengelasan SMAW 3G *Butt Joint* Menggunakan *Non Destructive Test Penetrant Testing* (NDT-PT) Berdasarkan Standar ASME.
- [4] PT. CATUR TEKNIK MANDIRI BATAM, *Welding Procedure Specification* (WPS) , (2019).
- [5] ASME BPVC *Section V for NDT PT Art*, (2013), *Identical with ASTM Spesification E165-09*.
- [6] AWS D1.1, 2015, Tabel 6.1 "*Visual Inspection Acceptence Criteria*".
- [7] ASME *Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6*.