

Analisis Perbandingan *Interpass temperature* Stainless Steel 304 dengan Proses Las FCAW Terhadap Pembuatan Kurva DAC

Moh. Miftachul Munir^{1*}, Krisna Bakti Wahyu L¹, Moh. Thoriq Wahyudi¹

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111^{1*}

Email:bakthikrishna@gmail.com¹

Abstract – In the welding process carried out in the field (site) or workshop, generally the welder does not pay attention to the interpass welding temperature because it is to cut down on work time. However, the welder's treatment is not known by the ultrasonic test (UT) operator so that the UT operator does not know what is in the ultrasonic indicator is an indication of chrome carbide or an indication of welding discontinuity. In this research using 304 stainless steel material with FCAW (Flux Core Arc Welding) welding process with high interpass temperature to form chrome carbides when slow cooling occurs. To create a DAC (Distance Amplitude Correction) curve, a BCB (Basic Calibration Block) is needed which is made with artificial defects with a drill in the weld-weld area. Before making the DAC curve, a Radiography Test is carried out to find out whether there are defects other than artificial defects.. Therefore, this final project aims to determine the impact of the interpass temperature on the dB indication of the DAC curve.

Keyword: Distance amplitude correction, radiography test, ultrasonic test.

1. PENDAHULUAN

Bidang konstruksi umumnya menggunakan berbagai macam material dalam proses pembuatan produknya. Salah satu material yang sering dipakai dalam bidang konstruksi adalah stainless steel. Berdasarkan struktur kristalnya, stainless steel dikelompokkan menjadi lima yaitu *austenitic*, *ferritic*, *martensitic*, *duplex*, dan *precipitation hardening*. Austenitic stainless steel adalah baja yang mempunyai ketahanan korosi, sifat mampu bentuk, dan sifat mampu las, serta *non feromagnetik* (Novita et al., 2018). Salah satu jenis material austenitic yang banyak diaplikasikan dalam bidang industri adalah *stainless steel* A240 304

Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas hasil las salah satunya adalah *heat input*. *Heat input* atau *energy per unit length* pada proses pengelasan akan berpengaruh pada struktur fase, ketangguhan, laju pendinginan, dan ketahanan korosi. Komposisi kimia pada *weld zone* (WZ) dan level *heat input* secara langsung berakibat pada struktur mikro dan ketangguhan las (Moustahid et al., 2019). Semakin banyak layer maka nilai *heat input* yang terjadi pada material akan semakin meningkat sehingga sifat material terhadap nilai kekerasan, struktur mikro berubah, dan ketahanan korosi berkurang (Zhang et al., 2019). Pada material *stainless steel* A240 304 apabila dilakukan pengelasan, maka material tersebut akan mendapat *heat input* pada proses pengelasannya. Apabila setelah dilakukan

pengelasan, material tersebut dapat mengalami sensitisasi. Sensitisasi adalah terbentuknya

presipitasi karbida krom (Cr₂₃C₆) pada batas butir austenit akibat pendinginan lambat (850°C - 450°C). Peristiwa terjadinya *chromium depletion* di area sekitar batas butir sehingga dapat menurunkan *passive protective layer* di area yang mengalami penurunan komposisi krom.

Hasil pengelasan biasanya harus melalui proses inspeksi, pengecekan, atau pemeriksaan untuk mengetahui adanya cacat las dan memeriksa sifat mekanik dari sambungan material tersebut. Terdapat dua metode uji las yaitu dengan Uji Merusak atau *Destructive Testing* (DT) dan Uji Tanpa Merusak atau *Non Destructive Testing* (NDT).

Pada proses pengelasan yang dilakukan di lapangan umumnya *welder* tidak memperhatikan *interpass temperature* pengelasan dikarenakan untuk memangkas waktu pekerjaan. Oleh karena itu, operator *ultrasonic test* tidak mengetahui pengaruh *interpass temperature* terhadap terjadinya perubahan indikasi yang ada pada perangkat *ultrasonic test*. Setelah penelitian ini dibuat, diharapkan dapat membantu operator *ultrasonic test* dalam menganalisis indikasi yang disebabkan oleh berbedanya *interpass temperature* yang digunakan.

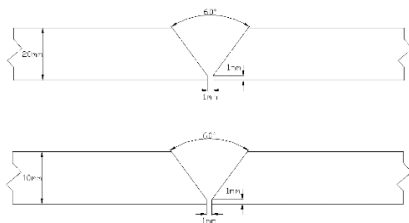
2. METODOLOGI .

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan Peralatan yang digunakan pada saat proses pengelasan berlangsung adalah sebagai berikut:

1. *Wire feeder*
2. Tabung gas berisi CO₂
3. Mesin las FCAW
4. Kabel masa
5. *Welding gun*
4. Gerinda tangan
5. *Welding gauge*
6. *Steel brush*
7. *Welding positioner*
8. Kamera
9. Alat pelindung diri (APD)

Adapun desain sambungan pengelasan dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini :



1. Material yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah material stainless steel A240 304.
2. Material dipotong-potong dengan dimensi 20x150x150 sebanyak 6 benda kerja (3 *joint*) dan material ke 2 dipotong dengan dimensi 10x150x150 sebanyak 6 benda kerja (3 *joint*).
3. Sudut bevel yang digunakan adalah 60°.
4. Proses pengelasan menggunakan shielding gas berjenis CO₂ dan *flow rate* 15 L/min.

2.2 Pengujian Radiografi

Pengujian radiografi dilakukan untuk mengevaluasi daerah subsurface dan bagian dalam pengelasan. Memastikan agar tidak terdapat cacat pengelasan seperti halnya *crack*, *slag inclusion*, *porosity*, *worm hole* dan *incomplete fusion*. Jika ditemukan cacat akan tetap dilakukan *ultrasonic test* dan cacat akan digunakan sebagai referensi.

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada pengujian Radiografi meliputi:

1. Sumber Radiografi Gamma-Ray
2. IQI Selection
3. Film lebar 12 inchi
4. Lakban
5. *Viewer*
6. *Densitometer*
7. *Survey Meter*
8. *Fixer*
9. Air

Langkah – langkah dalam pengujian radiografi antara lain:

1. Meletakkan spesimen di bawah mesin Gamma-Ray. Setelah semua siap, selanjutnya menentukan lamanya waktu penembakan (*Exposure Time*) menggunakan *Exposure Chart* sesuai dengan jenis film yang digunakan. Serta menentukan jarak SFD dan tegangan yang akan digunakan.
2. Spesimen ditembak dengan sinar *Gamma-Ray* dengan *Exposure Time* yang telah ditentukan.
3. Setelah penembakan selesai, maka dilakukan pencucian *film* di ruang gelap dengan sedikit cahaya merah yang redup.

2.3 Pengujian Ultrasonik

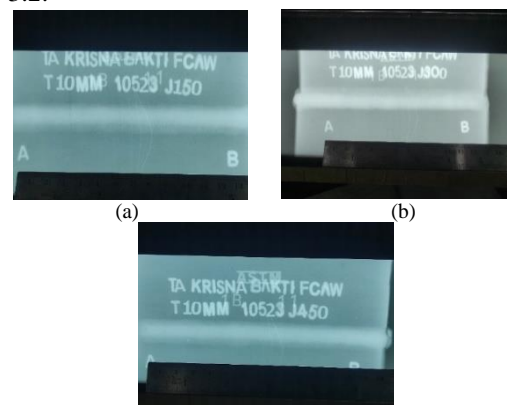
Alat pengujian dengan teknologi portable *ultrasonic testing* merupakan salah satu pengujian yang sifatnya tidak merusak material atau yang biasa dikenal dengan nama non-destructive *test* yang cara kerjanya adalah memberikan suatu gelombang frekuensi tinggi kedalam material atau benda uji yang berfungsi untuk mengukur sifat geometris dan fisik dari bahan. Pada dasarnya frekuensi yang digunakan kisaran 1 MHz sampai dengan kisaran 10 MHz.

Ultrasonic pada material yang berbeda maka akan berbeda kecepatan yang akan dihasilkan. Sedangkan gelombang *ultrasonic* akan selalu merayap pada material dengan kecepatan tertentu dan tidak kembali kecuali hist reflector. Reflector akan medeteksi adanya retakan atau cacat antar dua material yang berbeda. Pada pembuatan grafik DAC ini digunakan pesawat ultrasonik berjenis SIUI CTS-9006 dan *probe* tipe SIUI AFN4-89-70L 4MHz 8x9 70° 01306418. Pada pembuatan grafik DAC menggunakan range 125.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Radiografi

Salah satu pengujian tidak merusak atau sering disebut NDT (*Non Destructive Test*) yang digunakan dalam percobaan ini adalah radiografi tes yang bertujuan untuk mengetahui cacat yang ada pada material atau logam las. Pada pengujian radiografi ini digunakan sumber radiasi gamma-ray. Standar yang digunakan untuk menganalisa hasil pengelasan digunakan *standard ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Code V Nondestructive Examination (article 2)*. Pengujian ini dilakukan di PT. ROBUTECH. Berikut adalah hasil dari pengujian radiografi yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

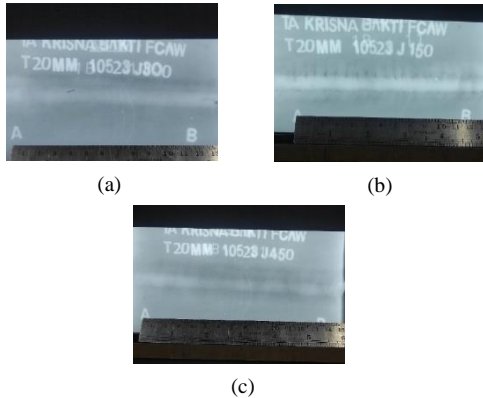


(c)

$$\tan \alpha = \frac{A}{B} \text{ dimana } \alpha = \tan^{-1} \frac{x-35}{30} \quad (3.1)$$

 Nilai dari x pada pengujian ini adalah 121 mm dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Gambar 3.1 Hasil Pengujian Radiografi Material Thickness 10 mm (a) *Interpass temperature* 150 °C (b) *Interpass temperature* 300 °C (c) *Interpass temperature* 450 °C



Gambar 3.2 Hasil Pengujian Radiografi Material Thickness 20 mm (a) *Interpass temperature* 150 °C (b) *Interpass temperature* 300 °C (c) *Interpass temperature* 450 °C

Pada film radiografi ditemukan indikasi porosity pada root, sedangkan pada material tidak terdapat indikasi apapun. Indikasi tersebut terdapat pada sisi akhir pengelasan yang merupakan *discard* yang akhirnya nanti dibuang pada pembuatan spesimen *basic calibration block*.

3.1 Hasil Pengujian Ultrasonic Test

Pengujian ultrasonik pada percobaan ini mengacu pada *standard ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Section V Nondestructive Examination pada T-480 (Evaluation)*. Sebelum dilakukannya pengujian ultrasonik harus dilakukan kalibrasi pada alat ultrasonik yang pertama-tama harus dilakukan penentuan *exit point*. Lalu menghitung koreksi sudut sesuai dengan perhitungan dimana tidak boleh lebih dari $\pm 2^\circ$ dari sudut *probe*. Apabila sudut *exit point* pada *probe* tidak lebih $\pm 2^\circ$ selanjutnya mengkalibrasi alat ultrasonik.

1. Penentuan *exit point* pada *probe* sudut.

Exit point yang muncul pada *probe* menunjukkan pada garis ke-11 yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Kalibrasi Jarak Menggunakan Blok V2

2. Perhitungan koreksi sudut *probe* 70°
 Perhitungan angle *probe* actual dilakukan dengan mencari nilai x pada persamaan 4.1



Hasil dari perhitungan koreksi sudut adalah 70,769°, sesuai dengan persamaan 4.1 berikut ini.

Gambar 3.4 Nilai x pada Kalibrasi

$$\tan X = \frac{121-35}{30} = \tan^{-1} \left(\frac{86}{30} \right) = 70,769^\circ$$

4.2 Pembuatan Kurva DAC

Pada *standard ASME V* terdapat suatu metode untuk menginspeksi cacat, Metode tersebut adalah metode DAC (*Distance Amplitude Correction*). Pada pembuatan grafik DAC ini digunakan pesawat ultrasonik berjenis SIUI CTS-9006 dan *probe* tipe SIUI AFN4-89-70L 4MHz 8x9 70° 01306418. Pada pembuatan grafik DAC menggunakan range 125. Berikut hasil perhitungan *Surface Distance*:

Thickness 10 mm SD1= 10 mm x tan (70°) = 27,4 mm

Thickness 10 mm SD2= 2 x 10 mm x tan (70°) = 54,9 mm

Thickness 20 mm SD1= 20 mm x tan (70°) = 54,9 mm

Thickness 20 mm SD2= 2 x 20 mm x tan (70°) = 109,8 mm

Pembuatan kurva DAC menggunakan cara otomatis dengan cara masuk ke pilihan DAC pada layar kemudian atur *gain* sehingga pulsa berada pada 80% FSH, setelah itu atur *Gstart* pada pulsa indikasi yang di tuju tekan enter. Pengambilan scanning dilakukan dari titik SD1 dan titik SD2 dari arah ¼ t, ½ t, ¾ t, 1 ¼ t, 1 ½ t, dan 1 ¾ t. Ulangi langkah tersebut kelubang buatan selanjutnya. Maka secara otomatis kurva DAC langsung terbentuk.

4.5 Hasil Pembuatan Kurva DAC

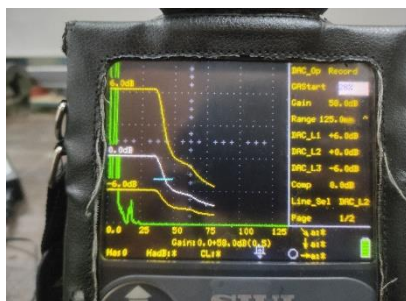
Pada pembuatan kurva DAC menggunakan spesimen pertama dengan ketebalan 10 mm menggunakan *interpass temperature* 150 °C menunjukkan pulsa sebesar 69dB pada 80% FSH (*Full Screen High*). Hasil pembuatan kurva DAC

pada material 10 mm *interpass temperature* 150 °C dapat dilihat pada Gambar 3.4.



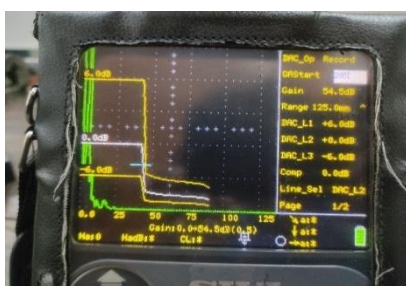
Gambar 4.2 Kurva DAC 10 mm *Interpass temperature* 150 °C

Pembuatan kurva DAC pada specimen 2 menggunakan material dengan ketebalan 10 mm dengan *interpass temperature* 300 °C mendapatkan pulsa sebesar 64 dB pada 80% FSH(Full Screen High). Hasil pembuatan kurva DAC pada material 10 mm *interpass temperature* 300 °C dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Kurva DAC 10 mm *Interpass temperature* 300 °C

Selanjutnya pada specimen 3 menggunakan material 10 mm dengan *interpass temperature* 450 °C menunjukkan pulsa sebesar 60.5dB pada 80% FSH(Full Screen High). Hasil pembuatan kurva DAC pada material 10 mm *interpass temperature* 450 °C dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kurva DAC 10 mm *Interpass temperature* 450 °C

Pada material 4 dengan ketebalan 20 mm *interpass temperature* 150 °C mendapatkan pulsa sebesar 69dB pada 80% FSH (Full Screen High). Hasil pembuatan kurva DAC pada material 20 mm *interpass temperature* 150 °C dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.3 Kurva DAC 10 mm *Interpass temperature* 150 °C

Pada material ke 5 dengan ketebalan 20 mm *interpass temperature* 300 °C mendapatkan pulsa sebesar 67,5dB pada 80% FSH (Full Screen High). Hasil pembuatan kurva DAC pada material 20 mm *interpass temperature* 300 °C dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kurva DAC 10 mm *Interpass temperature* 150 °C

Sedangkan pada specimen 6 dengan ketebalan 20 mm dengan *interpass temperature* 450 °C mendapatkan hasil pulsa sebesar 64,5 dB pada 80% FSH (Full Screen High). Hasil pembuatan kurva DAC pada material 20 mm *interpass temperature* 450 °C dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Kurva DAC 20 mm *Interpass temperature* 450 °C

Analisis dari pembuatan kurva DAC pada penelitian ini jika *interpass* semakin tinggi maka membuat level penguatan suara menurun. Pada hasil pembuatan kuva DAC hasil dari pengaruh *interpass temperature* yang digunakan. Akan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pembuatan Kurva DAC

Spesimen	dB pada 80% FSH
10 mm <i>interpass temperature</i> 150 °C	69
10 mm <i>interpass temperature</i> 300 °C	64
10 mm <i>interpass temperature</i> 450 °C	60.5
20 mm <i>interpass temperature</i> 150 °C	69
20 mm <i>interpass temperature</i> 300 °C	67,5
20 mm <i>interpass temperature</i> 450 °C	64,5

4.KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan kurva Distance Amplitude Correction di mesin *ultrasonic test* dapat disimpulkan bahwa *interpass temperature* dapat mempengaruhi microstructure dan nilai kekerasan berdampak terhadap desibel dari material. Semakin besar nilai kekerasan pada stainless steel maka semakin kecil nilai desibel yang dibutuhkan untuk mencapai 80% FSH(Full Screen High), dan semakin kecil nilai kekerasan pada stainless steel maka semakin Besar nilai desibel yang dibutuhkan untuk mencapai 80% FSH.

5. PUSTAKA

- [1] Moustahid., Lubis, H., Mawardi. (2019). Pengaruh heat input proses pengelasan pada pelat baja st37 terhadap kekuatan tarik las smaw dengan menggunakan elektroda e7018. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 3(2), 69-75..
- [2] Novita, S., Ginting, E., Astuti, W. (2018). Analisis laju korosi dan kekerasan pada stainless steel 304 dan baja nikel laterit dengan variasi kadar ni (0, 3, dan 10%) dalam medium korosif. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisik*, 6(1), 21-31
- [3] Zhang, X., Tang, J., Liu, H., & Gong, J. (2019). *Effects of pre-strain on sensitization and intergranular corrosion for 304 stainless steel. Engineering Failure Analysis*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104179>