

## ANALISA CACAT LAS PADA PLATE BAJA SS400 MENGGUNAKAN METODE *PENETRANT TEST* DI PPSDM MIGAS CEPU

Muhammad Bagas Arya Prayoga<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada, No. 38, Cepu, Jawa Tengah, 58315

\*E-mail: mhmmdbags@gmail.com

### ABSTRAK

Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PPSDM Migas Cepu memberikan mahasiswa pengalaman langsung dalam memahami kondisi industri minyak dan gas, khususnya dalam teknik pengelasan di laboratorium metalurgi dan bengkel las. Dalam industri ini, kekuatan sambungan las sangat penting, terutama karena digunakan pada kondisi bertekanan tinggi, di mana kegagalan sambungan dapat berakibat fatal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas sambungan las pada material SS400 menggunakan metode *Non Destructive Test* (NDT), yaitu *Penetrant Test* atau *Dye Penetrant Test*. Metode ini digunakan untuk mendeteksi cacat pada hasil las dan menentukan kelayakan material untuk digunakan. Dalam pelaksanaannya, waktu penyerapan cairan penetrant sangat berpengaruh terhadap hasil deteksi cacat, apabila waktu penyerapan tidak sesuai, cacat tidak akan muncul dengan jelas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya tiga cacat berbentuk *rounded* yang terdeteksi, yang masih dalam batas yang diizinkan sesuai *acceptance criteria*. Dengan demikian, hasil las dinyatakan memenuhi standar kelayakan dan layak untuk digunakan.

**Kata Kunci :** *Non Destructive-test, Penetrant Test, Acceptance criteria*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam proses pendidikan di perguruan tinggi, mahasiswa diharapkan menjadi individu yang intelektual yang memiliki kemampuan secara teoritis yang diperoleh melalui kegiatan perkuliahan dan kemampuan secara aplikatif yang diperoleh melalui kegiatan praktikum dan kegiatan di lapangan sehingga mampu mendukung segala proses yang dilalui setelah berkuliah [1]. Di Laboratorium Metalurgi dan Bengkel Las PPSDM Migas Cepu, salah satu aspek penting yang dipelajari adalah proses pengelasan dan analisis hasil las pada komponen industri, terutama pada pipa-pipa yang digunakan dalam berbagai fasilitas migas.

Pengelasan di industri migas memegang peranan krusial karena kualitas sambungan las menentukan kekuatan dan keamanan infrastruktur yang digunakan [2]. Sambungan yang tidak kuat atau memiliki cacat dapat menyebabkan kebocoran yang bukan hanya berisiko terhadap keselamatan pekerja tetapi juga berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi dan dampak lingkungan. Sehingga penting untuk memastikan bahwa sambungan las memenuhi standar kekuatan dan ketahanan yang tinggi [3].

Untuk menilai kualitas dan kekuatan sambungan las, dilakukan pengujian dengan metode *non-destructive testing* (NDT). Pengujian NDT, seperti *Penetrant Test* yang digunakan dalam penelitian ini, memungkinkan deteksi cacat atau keretakan pada permukaan las tanpa harus merusak objek yang diuji [4]. NDT menjadi pilihan utama di industri migas karena sifatnya yang efektif dalam memastikan integritas sambungan las secara efisien, tanpa perlu memotong atau merusak material yang diuji.

Analisis hasil pengelasan dengan metode NDT, khususnya *Penetrant Test*, mampu memberikan gambaran mengenai jenis cacat yang mungkin muncul pada sambungan las, seperti cacat bulat (*rounded indication*) dan cacat memanjang (*linear indication*). Berdasarkan standar dari *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), penyebab cacat las bisa disebabkan

oleh beberapa faktor, antara lain kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung, kesalahan operator, teknik pengelasan yang kurang tepat, atau kualitas material yang tidak memenuhi spesifikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas sambungan las pada material SS400 dengan metode *Non Destructive Test* (NDT), yaitu *Penetrant Test* di Laboratorium Metalurgi PPSDM Migas Cepu. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai jenis dan penyebab cacat las yang terjadi, sehingga memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas proses pengelasan dan keandalan struktur pada aplikasi industri migas.

## 2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di PPSDM MIGAS CEPU yang berlokasi di Kec. Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Pelaksanaan praktik kerja lapangan dilakukan pada bulan Desember tahun 2022.

- A. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :
  - 1) Wawancara  
Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan informasi secara lisan melalui tanya jawab [5]. Dalam penelitian ini dilakukan dengan pemberian pertanyaan kepada pembimbing lapangan.
  - 2) Pengamatan Langsung  
Melakukan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengambil gambar dengan kamera dan mencatat data-data yang diperlukan [6].
  - 3) Studi Literatur  
Menambah wawasan/pengetahuan mengenai tema yang dikerjakan penulis dengan menelaah literatur-literatur di perpustakaan yang berhubungan dan bersesuaian [7].
- B. Adapun alur pelaksanaan kegiatan penelitian dijabarkan sebagai berikut:
  - 1) Persiapan Material: Pembersihan menggunakan *cleaner / remover* pada permukaan material uji hingga bebas dari adanya kotoran yang dapat mencegah cairan penetrant untuk masuk ke celah cacat pada las tersebut [8]
  - 2) Pengaplikasian *Penetrant*: Setelah dibersihkan, cairan penetrant disemprotkan, penyikatan menggunakan sikat baja [9]
  - 3) Waktu tinggal: Cairan penetrant yang tersisa pada permukaan dibiarkan selama  $\pm 15$  menit agar cairan penetrant meresap ke dalam cacat pada permukaan material uji [10]
  - 4) Penghapusan cairan penetran lebih: Pembersihan cairan penetrant harus dihilangkan dari permukaan material uji menggunakan cairan *cleaner / remover*.
  - 5) Pengaplikasian *Developer*: *Developer* disemprotkan ke bagian yang telah disemprot penetrant, karena sifat dari *developer* yang memiliki viskositas lebih tinggi akan menarik cairan penetrant yang memiliki viskositas lebih rendah pada daerah crack untuk tertarik dan muncul ke permukaan sehingga daerah crack dapat terlihat ke permukaan [11]
  - 6) Inspeksi: Pengecekan permukaan untuk mengidentifikasi indikasi cacat yang muncul dan menilai kelayakan pada cacat tersebut apakah layak atau tidaknya material itu digunakan [12]
  - 7) Pembersihan Permukaan: Permukaan bagian material sudah benar-benar bersih dari cairan penetrant.
- C. Adapun Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini
  - 1) *Specimen carbon steel ss400*
  - 2) *Penetrant Test*
  - 3) *Cleaner / remover*
  - 4) *Developer*

- 5) Majun
- 6) Sikat baja
- 7) Buku, mistar, pensil

D. Kriteria penerimaan (*Acceptance Criteria*)


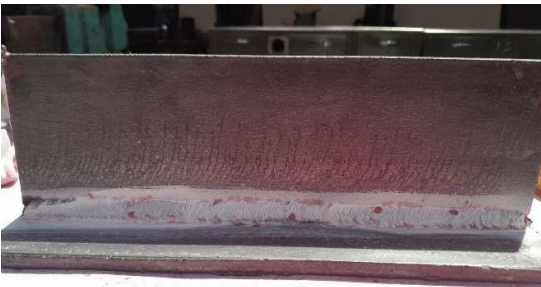
Kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) yang digunakan dalam pengujian ini mengikuti standar ASME Section IX Article 1 QW 195 [13], dimana semua permukaan yang diuji dianggap tidak dapat diterima bila pemeriksaan tersebut menunjukkan adanya indikasi yang melebihi batas yang ditentukan sebagai berikut: •





- 1. Indikasi linear yang relevan ( $> 1/16$  inchi atau 1,5 mm).
- 2. Indikasi *rounded* yang relevan, di mana ukurannya  $> 3/16$  inchi (5 mm).
- 3. Empat atau lebih indikasi *rounded* yang relevan berjajar dalam satu garis, terpisah satu sama lainnya pada jarak  $\leq 1/16$  inchi (1,5 mm), dari ujung ke ujung.



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari uji material pada pengecekan cacat las tersebut didapatkan hasil seperti Tabel 1 dibawah ini. Dari hasil pengujian material dengan metode liquid penetrant test. Maka, kita dapat gambarkan sketsa untuk data hasil pengujian material tersebut dan mengetahui cacat apa saja yang terdeteksi. Lalu, kita menentukan apakah cacat tersebut lolos uji untuk digunakan atau tidaknya material tersebut.

**Tabel 1. Pengaplikasian *penetrant***

| Waktu  | Gambar   |
|--|--|
| <p><b>Menit ke 1</b><br/>Pada menit pertama kita menunggu masuknya cairan ke dalam celah celah</p> |  |
| <p><b>Menit ke 3</b><br/>pada menit ini cairan sudah mulai menyerap ke dalam diskontinuitas</p>    |  |

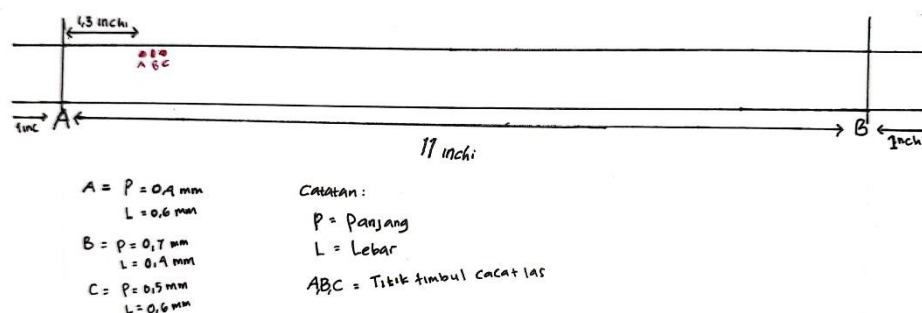
|   |  |
|---|--|
| <p><b>Menit ke 5</b></p> <p>Pada menit ini masih sama dengan menit sebelumnya</p>                                   |    |
| <p><b>Menit ke 7</b></p> <p>Pada menit ini cairan sudah mulai sempurna masuk ke celah celah</p>                     |    |
| <p><b>Menit ke 9</b></p> <p>Menit ke 9 hingga 10 sudah masuk sempurna dan akan mengetahui cacat yang terdeteksi</p> |   |
| <p><b>Menit ke 11</b></p> <p>Pada menit ini telah muncul cacat cacat yang ada pada material</p>                     |  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Menit ke 13</b></p> <p>Menit ke 13 sudah mendeteksi cacat yang timbul</p>            |  |
| <p><b>Menit ke 15</b></p> <p>cacat las sudah bisa di analisis apakah layak atau tidak.</p> |  |

**Tabel 2. Hasil Uji *Penetrant Test***

| NO | Cacat yang timbul | Nama indikasi  | Ukuran indikasi |       | Satuan |
|----|-------------------|----------------|-----------------|-------|--------|
|    |                   |                | Panjang         | Lebar |        |
| 1  | A                 | <i>Rounded</i> | 0,4             | 0,6   | mm     |
| 2  | B                 | <i>Rounded</i> | 0,7             | 0,5   | mm     |
| 3  | C                 | <i>Rounded</i> | 0,5             | 0,4   | mm     |

Berdasarkan hasil interpretasi pada tabel 1 dimana pada tiap menitnya 15 menit setelah pengaplikasian *penetrant test* cacat las sudah bisa di analisis . Pada menit ke 11 telah muncul cacat cacat yang ada pada material. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 2 menunjukkan hasil uji *penetrant test*, dimana pada sampel A diindikasikan *rounded* dengan panjang 0,4 dan lebar 0,6. Sementara itu pada sampel B diindikasikan *rounded* dengan panjang 0,7 dan lebar 0,5. Dan pada sampel C diindikasikan *rounded* dengan panjang 0,5 dan lebar 0,4. Gambar 1 merupakan sketsa cacat las yang terdeteksi .



**Gambar 1. Sketsa cacat las yang terdeteksi**

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan simpulan bahwa kualitas sambungan las pada material SS400 dengan metode *penetrant test* pada sampel A-C diindikasikan cacat *rounded* berbentuk bundar atau elips dengan panjang kurang dari atau sama dengan tiga kali lebarnya

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Amin, "Pengaruh Pembelajaran Responsi Pra Praktikum Dan Jobsheet Terpadu Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Pada Praktik Pengukuran Listrik," *J. Pendidik. Teknol.*, vol. 22, no. 4, 2019.
- [2] G. J. Ismoyoaji, A. Jihan, E. Setiawan, dan B. W. Sidharta, "Rancang Bangun Alat Bantu Untuk Pengelasan Siku, T dan Sejajar untuk Praktikum Teknik Pengelasan," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [3] Luqman, J. Simamora, U. Zaenal, dan Nyoman, "Analisa Hasil Sambungan Las (Pipa Stkm 13b Dan Plat Sph 440) Dengan Pengujian Tarik Dan Photomacro," *J. CRANKSHAFT*, vol. 7, no. 2, 2024.
- [4] M. Faizal dan S. Umam, "Analisis Kekuatan Dan Kualitas Sambungan Las Dengan Variasi Pendinginan Oli Dan Udara Pada Material Astm A36 Dengan Pengujian Ndt (Non Destructive Test)," *BINA Tek.*, vol. 14, no. 2, 2018.
- [5] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2 ed. Bandung: CV. Alfabeta, 2020.
- [6] S. H. Sahir, *Metodologi Penelitian*, 1 ed. Yogyakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2021.
- [7] M. N. Adlini, A. H. Dinda, S. Yulinda, O. Chotimah, dan S. J. Merliyana, "Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka," *J. Pendidik.*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [8] Kementerian Ketenagakerjaan, *Buku Informasi Melakukan Penetrant Test (Pt) C.24las01.034.01*. Jakarta Pusat: Direktorat Jenderal Pembinaan Pelatihan Dan Produktivitas Direktorat Bina Standardisasi Kompetensi Dan Pelatihan Kerja, 2018.
- [9] B. Yunianto dan P. Wicaksana, "Analisis Cacat Hasil Pengelasan Pada Pipa ASTM A106 Grade B Menggunakan Magnetic Particle Test dan Liquid Penetrant Test di Workshop Las dan Inspeksi PPSDM Migas Cepu," *Rotasi*, vol. 25, no. 2, 2023.
- [10] Irwansyah, "Deteksi Cacat Pada Material Dengan Teknik Pengujian Tidak Merusak," *Lensa*, vol. 2, no. 48, 2019.
- [11] R. Nurkhasan, "Analisis Hasil Inspeksi Steel Stack Dengan Menggunakan Metode Penetrant Testing Di Pt. Hanazono Engineering," 2024.
- [12] N. M. F. Nusantara, "Proses Pengecekan Crack Pada Part Nose Landing Gear Top Attachment N212-200 Dengan Metode Magnetic Test Particle Pt Merpati Maintenance Facility (Mmf)," 2020.
- [13] ASME SECTION IX 2019, *Qualification Standard For Welding*. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2019.