

ANALISIS PERBANDINGAN CACAT LAS MENGGUNAKAN METODE LIQUID PENETRANT TEST DENGAN KUAS DAN SPRAY PADA PLAT BAJA NK-68 E6013

Yogi Arisandi^{*}, Agus Sulistiawan^{2*}, Aprillia Dwi Ardianti^{3*}

yarisandi18@gmail.com^{1*}, agus.dmc345@gmail.com^{2*}, aprilliadwia@unugiri.ac.id^{3*}

Progran Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

ABSTRACT

To carry out these inspections, a test method is needed that is able to detect the presence of discontinuities in a metal material. Liquid Penetrant Inspection is a method of testing the type of NDT (Non-Destructive Test) which is relatively easy and practical to do. PT Bangkit Bangun Bersama as a company engaged in the implementation of mobile construction that works on various kinds of Warehouse and Industrial Building Construction projects, Long Distance Oil and Gas Piping, Local Oil and Gas Piping. One of the theories of the Liquid Penetrant test welding defect testing procedure, there is no mention of the advantages and disadvantages between the application of Penetrant when using Spray and brush. but based on the fact that the author met at PT Bangkit Bangun Bersama the Liquid Penetrant testing process using a spray and a brush. Liquid Penetrant Test is one of the Non-Destructive Test testing methods that is relatively easy and practical to do, the function of the Liquid Penetrant Test can be used to find out fine defects on the surface such as cracks, holes or leaks, one of which is the Liquid Penetrant Test in the process. Penetrant application using spray and brush. The purpose of this study was to compare the efficiency of the speed and cost of the Liquid Penetrant Test using a spray and a brush. This research is a laboratory experimental research with testing only on SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding results with the tested material being plate iron with specifications for welding wire type NK-68 E6013 and analysis using Cleaner and Developer. The results of this study In the analysis of the results of the liquid penetrant test using a spray and a brush that has been carried out, there is no significant difference in the results, namely there is only 1 welding defect of the same porosity and the liquid penetrant test using a spray and a brush has a time difference, based on the analysis that has been done The cause of the difference in testing time from application using spray and brush is that in the process of applying penetrant using a brush, the liquid must first be transferred to a prepared container, while the application using a spray is directly sprayed.

Keywords: *Welding Defect, Brush, Spray, Liquid Penetrant Test, Cleaner and Developer.*

ABSTRAK

Untuk melakukan inspeksi tersebut diperlukan suatu metode pengujian yang sekiranya mampu mendeteksi keberadaan diskontinuitas pada suatu logam material. Inspeksi Liquid Penetrant merupakan salah satu metode pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*) yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan. PT Bangkit Bangun Bersama sebagai perusahaan yang bergerak pada pelaksanaan konstruksi bergerak yang mengerjakan berbagai macam proyek-proyek Konstruksi Bangunan Gudang dan Industri, Perpipaian Minyak dan Gas Jarak Jauh, Perpipaian Minyak dan Gas Lokal. Salah satu teori prosedur pengujian cacat las uji *Liquid Penetrant*, tidak disebutkan kelebihan dan kekurangan antara pengaplikasian Penetrant saat menggunakan *Spray* dan kuas. namun berdasarkan kenyataan yang penulis temui di PT Bangkit Bangun Bersama proses pengujian *Liquid Penetrant* menggunakan *spray* dan kuas.

Liquid Penetrant Test merupakan salah satu metode pengujian *Non-Destructive Test* yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan, Fungsi dari Uji *Liquid Penetrant Test* ini dapat digunakan untuk mengetahui cacat halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran, salah satunya uji *Liquid Penetrant Test* pada proses aplikasi penetrant menggunakan spray dan kuas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan efisiensi kecepatan dan biaya uji *Liquid Penetrant Test* menggunakan spray dan kuas. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan Pengujian hanya dilakukan dihasil pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan material yang diuji adalah Besi Plat Dengan spesifikasi Jenis kawat las NK-68 E6013 serta penganalisaannya penggunaan *Cleaner* dan *Developer*. Hasil dari penelitian ini Pada Analisa hasil pengujian liquid penetrant menggunakan spray dan kuas yang telah dilakukan tidak ditemukan perbedaan hasil yang signifikan, yaitu hanya terdapat 1 cacat las porosity yang sama dan pengujian liquid penetrant menggunakan spray dan kuas terdapat perbedaan waktu, berdasarkan analisa yang telah dilakukan penyebab perbedaan waktu pengujian dari pengaplikasian menggunakan spray dan kuas yaitu pada proses aplikasi penetrant menggunakan kuas terlebih dahulu cairan harus dipindahkan ke wadah yang telah disiapkan, sedangkan pengaplikasian menggunakan spray langsung disemprotkan

Kata kunci: Cacat Las, Kuas, *Spray*, *Liquid Penetrant Test*, *Cleaner* dan *Developer*.

I. PENDAHULUAN¹

Kualitas & Hasil adalah peranan krusial pada suatu perusahaan, baik itu perusahaan manufaktur juga jasa. Kedua jenis perusahaan tadi memerlukan tingkat kualitas & output yg baik. Seperti diketahui bahwa volume pekerjaan pengelasan sangatlah besar, dimana proses pengelasan yg dilakukan harus memiliki kualitas yg sangat baik.

Kualitas bisa diartikan menjadi taraf atau berukuran kesesuaian suatu produk menggunakan pemakainya. Dalam arti sempit kualitas diartikan menjadi taraf kesesuaian produk menggunakan baku yg sudah ditetapkan. Kualitas adalah suatu istilah nisbi yg sangat bergantung dalam situasi. Ditinjau berdasarkan pandangan konsumen, secara subjektif orang menyampaikan kualitas merupakan sesuatu yg cocok menggunakan selera (*fitness for use*). Produk dikatakan berkualitas jika produk tadi memiliki kecocokan penggunaan bagi dirinya. Pandangan lain menyampaikan kualitas merupakan barang atau jasa yg bisa meningkatkan status pemakai. Ada jua yg menyampaikan barang atau jasa yg menaruh manfaat dalam pemakai (*measure of utility and usefulness*) (Akhir et al., 2019).

Diketahui bahwa jumlah pekerjaan yang terlibat dalam pengelasan sangat besar, dan keterampilan mandiri (keterampilan individu) diperlukan sebagai tukang las. Oleh karena itu, juru las perlu memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang matang agar memiliki proses

pengelasan yang cepat dan berkualitas tinggi. Namun, setiap tukang las memiliki waktu yang berbeda untuk menyelesaikan proses pengelasan, dan pada umumnya cacat las rentan terbentuk, sehingga kekuatan las tidak mencapai target. Cacat las tidak direncanakan dalam proses pengelasan yang sebenarnya, tetapi sering terjadi pada proses produksi ketika las dan cacat las mempengaruhi pekerjaan.

Welding inspection merupakan salah satu inspeksi yang dilakukan untuk mengetahui hasil dari proses pengelasan yang dilakukan (Arista, 2018). Hasil dari proses welding merupakan salah satu unsur yang cukup penting dalam berjalannya proses produksi di PT Bangkit Bangun Bersama perusahaan yang bergerak pada pelaksanaan konstruksi yang mengerjakan berbagai macam proyek-proyek Konstruksi (Bangunan Gudang dan Industri, Perpipaan Minyak dan Gas Jarak Jauh, Perpipaan Minyak dan Gas Lokal).

Inspeksi terhadap hasil pengelasan sebaiknya dilakukan dengan teliti, Ini mengurangi risiko kecelakaan kerja dan memfasilitasi pemeliharaan. Untuk melakukan pemeriksaan tersebut, diperlukan metode pemeriksaan yang dapat mendeteksi adanya cacat pada bahan logam. Pengujian penetrant adalah jenis NDT (*Non-Destructive Testing*) dan merupakan metode pemeriksaan yang relatif mudah untuk dilakukan. Uji penetrasi ini dapat menemukan cacat permukaan kecil seperti retak, lubang, dan kebocoran. Pada dasarnya, metode pengujian

menggunakan penetran cair didasarkan pada aksi kapiler.

PT Bangkit Bangun Bersama sebagai perusahaan yang bergerak pada pelaksanaan konstruksi bergerak yang mengerjakan berbagai macam proyek-proyek Konstruksi Bangunan Gudang dan Industri, Perpipaan Minyak dan Gas Jarak Jauh, Perpipaan Minyak dan Gas Lokal. Salah satu teori prosedur pengujian cacat las uji *Liquid Penetrant*, tidak disebutkan kelebihan dan kekurangan antara pengaplikasian Penetrant saat menggunakan *Kuas dan Spray*. namun berdasarkan kenyataan yang penulis temui di PT Bangkit Bangun Bersama proses pengujian *Liquid Penetrant* menggunakan *Kuas dan Spray*. Dalam bidang inspeksi cacat las, waktu dan biaya merupakan hal yang harus diperhatikan untuk berjalanya suatu produksi sesuai dengan *schedule*/penjadwalan yang sudah di tentukan.

Liquid penetrant test merupakan uji NDT (*Non-Destructive Testing*) yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan permukaan dan diskontinuitas terbuka. Pengujian penetran memiliki cakupan aplikasi yang sangat luas, tidak hanya untuk memeriksa lapisan las dan permukaan benda kerja, tetapi juga untuk mendeteksi kerusakan retak pada komponen menggunakan metode pengujian penetran ini. Untuk mencegah perusahaan pengujian mengeluarkan biaya tambahan untuk mengganti bahan yang rusak.

Uji *Liquid Penetrant* merupakan Metode inspeksi NDT (*non-destructive testing*) yang relatif sederhana dan praktis. Pengujian penetrant dapat mengidentifikasi ketidakrataan permukaan mikroskopis seperti retakan, lubang, dan kebocoran. Metode pengujian penetran cair pada dasarnya didasarkan pada aksi kapiler. Aksi kapiler adalah terjadinya kenaikan atau penurunan luas permukaan cairan pada titik-titik diskontinuitas. Diskontinuitas adalah ketidaksempurnaan material akibat proses pembuatan, seperti lubang, retak, atau noda (Bina, Kompetensi, & Pelatihan, 2018).

Sedangkan Teknik Dasar Mengecat dengan *Kuas dan Spray* (Alat Semprot). Alat cat atau kuas dan semprotan adalah peralatan yang harus dimiliki untuk bengkel bodi atau bengkel furnitur mana pun. *Brush & Spray* adalah alat pelapis yang menggunakan udara bertekanan untuk mengaplikasikan kabut cat ke permukaan benda kerja. Kuas dan penyemprot menggunakan udara terkompresi untuk menyemprotkan/

mengatomisasi cat di permukaan. Prinsip pengecatan semprot dengan kuas dan semprot sama dengan menyemprotkan obat nyamuk. Ketika udara terkompresi dikeluarkan melalui lubang udara di tutup udara, ruang hampa dibuat di bagian depan cairan, menyedot cat dari cangkir.

Kemudian semprotkan warna asap ini sebagai warna yang dikabutkan. Jarak antara kuas atau semprotan dengan permukaan yang akan dilapisi berbeda untuk setiap warna tergantung pada proses dan objek yang akan dilapisi. Menyikat dan menyemprot terlalu dekat ke permukaan akan menerapkan terlalu banyak cat dan membentuk lapisan yang lebih tebal dan lebih mudah larut.

Perbandingan *Kuas dan Spray* Meningkatkan jarak sikat-ke-semprot mengurangi volume, meninggalkan lapisan tipis dan kasar. Untuk cat akrilik jenis ini, jarak antara kuas dan pistol semprot biasanya 15-20 cm. 10-20 cm enamel: 15-25cm. Terlalu lambat dan cat akan meleleh, terlalu cepat dan cat akan menjadi tidak rata. Jika kecepatan tidak stabil, lapisan tidak akan rata atau mengkilap. Kecepatan perjalanan sikat dan pistol semprot harus konstan, disarankan sekitar 900-1200 mm/s (Kristanto et al., 2017).

Berdasarkan Penelitian yang di lakukan Oleh (Masyifatul Alifa, 2019) bahwa pengujian yang dilakukannya adalah Cacat las pada sambungan stringer dapat diatasi dengan pengujian NDT (*non-destructive testing*). Hasilnya digunakan untuk mengetahui adanya ketidaksempurnaan permukaan pada sambungan yang dihasilkan pada stringer. Sesuai dengan AWS sebagai standar toleransi kesalahan. Hasil uji penetran mengungkapkan cacat pada hasil las stringer dan analisis dilakukan untuk menentukan sifat cacat. Analisis menunjukkan bahwa sambungan memiliki porositas dan cacat las tidak lengkap yang perlu diperbaiki.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis akan menganalisa perbandingan “ Studi Analisis Uji cacat las dengan metode *Liquid Penetrant Test* saat menggunakan Kuas dan *Spray* di PT Bangkit Bangun Bersama ” yang mana penulis berharap dengan mengetahui hasil cacat las pada sambungan, dibutuhkan peralatan yang digunakan untuk pengujian LPT berupa *cleaner, penetrant, dan developer*. Untuk dapat diketahui indikasi cacat yang ada pada sambungan. Sehingga dapat disimpulkan untuk dapat dilakukan perbaikan atau tidak.

II. TINJAUAN PUSTAKA²

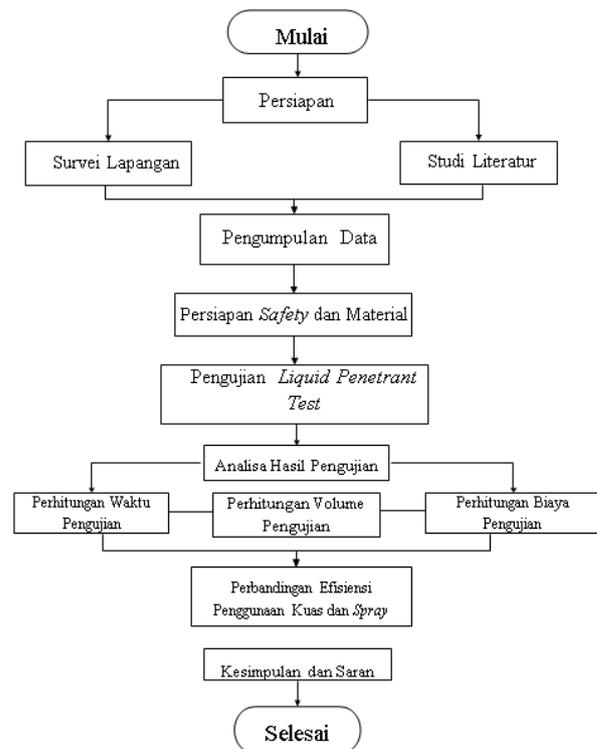
Masrifatul Alifa, (2019) dalam penelitiannya tentang pengujian Liquid Penetrant Test digunakan untuk mengetahui adanya cacat pada permukaan dan Radiographi Test digunakan untuk mengetahui adanya cacat pada bagian dalam hasil pengelasan Tanki HFO. Berdasarkan ASME sebagai standar penerimaan cacat..

Penelitian yang dilakukan oleh Ryo Herlambang (2021) dengan penelitian adalah menunjukkan pada sambungan las hanya terdapat satu sisi yang terdapat cacat las didalamnya yaitu cacat las porositas sepanjang 1 mm, pada pipa Duplex Stainless Steel menunjukkan tidak terdapat cacat las pada seluruh sambungan pipa yang diuji. Kemudian hasil total waktu Radiography Test adalah selama 1 jam 40 menit dan hasil total waktu Penetrant Test adalah selama 1 jam 22 menit.

III. METODOLOGI PENELITIAN³

Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian *experiment* dengan tujuan untuk mengetahui Cacat Las Dengan Metode *Liquid Penetrant Test* Menggunakan Kuas dan *Spray*. Perancangan metodologi penelitian yang sistematis sangat diperlukan karena tiap tahap penelitian memiliki kaitan erat terhadap tahap selanjutnya. diharapkan penelitian akan lebih terarah untuk mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan. Pada Tahap Pengumpulan data ini merupakan tahap pengumpulan data yang berhubungan dengan permasalahan pada penelitian ini. Data yang diperoleh dengan cara melakukan Survey Lapangan di workshop produksi PT Bangkit Bangun Bersama. Pengumpulan data ini harus sesuai yang diperlukan agar dapat dilakukan analisa. Analisis data dilakukan berdasarkan data hasil uji Cacat Las Dengan Metode *Liquid Penetrant Test* Menggunakan Kuas dan *Spray* disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah dalam melakukan analisis data dan disesuaikan dengan kajian pustaka yang telah dikaji untuk dapat menyimpulkan hasil penelitian

ini serta memberikan saran dalam penelitian. Tahapan – tahapan kegiatan dalam penelitian ini digambarkan dalam *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 1. *Flowchat* Pelaksanaan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN⁴

Data Hasil Pengujian

Pengujian Liquid Penetrant Test merupakan kualifikasi pengujian Non Destructive Tes. Non Destructive Test merupakan pengujian tidak merusak, dimana pengujian ini dapat dilakukan di specimen uji maupun di produk jadi ketika memasuki tahap Quality Control. Data specimen ini didalam perincian spesifikasi pengujian Liquid Penetrant Test menggunakan Kuas dan *Spray* dengan Type Material : Besi Plat, Jenis Kawat Las : NK-68 E6013, dengan berat hasil pengukuran material 1,723 kg.

Dimensi :	Jumlah :
Panjang	150 mm
Lebar	100 mm

Tebal	6 mm
Berat	1,723 kg

Gambar 2. Data Spesimen Uji

Uji Waktu Penetrasi

Setelah melakukan pengujian dengan Kuas dan Spray, maka selanjutnya menghitung waktu penetrasi dengan metode liquid penetrant test sesuai hasil analisis pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Waktu penetrasi liquid penetrant test

Jenis pengaplikasian penetrant	Total waktu(detik)	Waktu penetrasi keluar (detik)
Spray	1043	45
Kuas	1243	83

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 1 menunjukkan bahwa hasil penetrasi yang keluar dengan menggunakan Kuas dan Spray selama 3 menit 20 detik dan selisih penetrasi keluar selama 38 detik.

Menurut (Sumardani et al., 2020) didalam penelitian sebelumnya menemukan Waktu penetrasi biasanya dilakukan selama minimal 5 (lima) menit dan diperbolehkan melakukan penambahan penetrant di daerah yang diperiksa selama pengujian, supaya pada daerah tersebut tetap basah oleh penetrant sepanjang waktu penetrasi. Waktu penetrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh penetran untuk meresap ke dalam celah. Waktu penetrasi dapat ditambahkan untuk menghasilkan indikasi yang lebih baik.

Maka hasil penggunaan penetrasi serta hasil yang keluar dari Jenis pengaplikasian penetrant menggunakan Spray dan Kuas menghasilkan selisih penetrasi keluar selama 38 detik, waktu yang dibutuhkan ini sangatlah Efektif dalam mengatasi cacat las yang diuji.

Kebutuhan Biaya Penetrant Test

Pada tahap ini dilakukan analisis data dan pembahasan dari semua pengujian dari kebutuhan cairan penetrant. Setelah menghitung dan ditemukan waktu penetrasi keluar, selanjutnya menghitung kebutuhan Biaya Penetrant Test sesuai hasil pada tabel 4.3 dibawah ini sebagai berikut :

Tabel 2. Harga Cairan Per-mili

Bahan	Jumlah (ml)	Harga Satuan	Per-ml (Rp)
-------	-------------	--------------	-------------

		(Rp)	
Penetrant	400	67.000	167,5
Cleaner	400	37.000	92,5
Developer	400	96.500	240

Dari hasil data Harga Cairan Per-ml, maka Cara penentuan Harga Cairan Per-mili dengan menggunakan rumus :

$$N = \frac{\text{Harga Satuan (Rp)}}{\text{Jumlah isi kaleng (ml)}}$$

Keterangan :

N : Total Per-ml (Rp)

HS : Harga Satuan (Rp)

Jml : Jumlah isi Kaleng (ml)

Tabel 3. Kebutuhan cairan penetrant pada luasan las 1500 m²

Jenis pengaplikasian penetrant	Jumlah (ml)	Per-ml (Rp)	Total Harga (Rp)
Spray	8	167,5	1.340
Kuas	12	167,5	2.010

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa kebutuhan cairan Penetrant menggunakan Spray dengan harga Rp. 1.340 sedangkan menggunakan Kuas dengan harga Rp. 2.010. Dapat disimpulkan bahwa kebutuhan Harga cairan per mili untuk Kebutuhan cairan penetrant menggunakan Spray lebih efektif daripada menggunakan kuas karena pada saat menggunakan kuas kurang efektif disebabkan pada saat pemindahan cairan dari botol penetrant ke wadah yang disediakan, cairan di wadah masih terdapat sisa-sisa.

Analisa Kebutuhan Biaya Pekerjaan

Tabel 5. Harga jasa berdasarkan tingkat kesusahan pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Faktor Pengali		Keterangan	Total Harga (Rp)
		Harga (Rp)	Variabel		
1	Pekerjaan Plat Posisi Datar (1G)	350.000	1,1	Per luasan las 20 cm ²	385.000
2	Penyambungan Plat Posisi Vertikal (3G)	400.000	1,2	Per luasan las 100 cm ²	480.000
3	Penyambungan pipa posisi (5G)	500.000	1,3	Per luasan las 100 cm ²	650.000
4	Penyambungan Pipa Posisi datar (1G)	550.000	1,4	Per luasan las 100 cm ²	770.000
5	Penyambungan Plat Posisi Over head (4G)	600.000	1,5	Per unit	900.000

Berdasarkan Tabel Untuk Pengujian yang telah dilaksanakan yaitu menggunakan plat dengan

tingkat kesusahan sama dengan jenis pekerjaan pengelasan Pipa Penyalur Minyak yaitu Rp 900.000 Per luasan las 100 cm².

Analisa Hasil Pengujian *Liquid Penetrant*

Berdasarkan standart kriteria penerimaan ASME section V article 6 untuk semua pengelasan *groove*, dalam 4 inchi (100 mm) cacat *porosity* jumlahnya tidak boleh lebih dari satu dan diameter maksimal tidak boleh melebihi 3/32 inchi (2,5 mm).

Kriteria diterimanya material dari pengujian penetrant ini (sesuai dengan ASME section V article 6) Indikasi linier relevan ($> 1,5$ mm), dan Indikasi *rounded* relevan (> 5 mm), artinya Semua las-lasan harus diperiksa secara visual dan harus diterima. Sedangkan hasil pengelasan menggunakan *Type SMAW* hanya terdapat 1 indikasi menunjukkan bahwa indikasi yang disebabkan oleh adanya cacat/diskontinuitas yang muncul ke permukaan dengan ukuran $>1,5$ mm artinya Merupakan indikasi yang memiliki panjang lebih besar dari tiga kali lebarnya ($L > 3W$). Sedangkan pada las – lasan ini hanya terdapat satu indikasi, sehingga sambungan dapat diterima.

Analisa Hasil Pengujian *Liquid Penetrant*

Berdasarkan data yang diperoleh pada saat melakukan penelitian didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan proses waktu penetrasi penetrant keluar menggunakan spray lebih besar tekanannya dari pada menggunakan kuas dan menyebabkan kapilaritas penetrant berbeda dengan analisa terdapat perbedaan selisih waktu penetrasi keluar 38 detik. Sedangkan analisa waktu pengujian liquid Penetrant Test dengan keseluruhan pengujian terdapat perbedaan waktu selisih 3 menit 20 detik. Lalu kebutuhan biaya penetrant dengan pengaplikasian menggunakan sprai yaitu (8 ml x Rp. 167,5 = Rp. 1.340). Adapun dengan pengaplikasian menggunakan kuas yaitu (12 ml x Rp. 167,5 = Rp. 2.010).

Menurut teori-teori yang sudah dijelaskan di bab 2 terkait Liquid Penetrant Test merupakan salah satu uji tidak merusak (Non Destructive Test) yang bertujuan untuk mengetahui cacat yang terjadi pada bagian surface (permukaan) benda uji. Pengujian ini biasa dilakukan pada material setelah dilakukan pengelasan. Metode pengujian penetrant ini menggunakan prinsip kapilaritas, dimana kapilaritas ini lah yang

nantinya akan menunjukkan letak-letak discontinuitas yang terjadi.

Hasil dari penelitian bahwa penggunaan metode spray lebih efektif dibandingkan penggunaan kuas, karena dilihat dari hasil Waktu pengujian lebih cepat, Kebutuhan cairan lebih sedikit dan Biaya pekerjaan yang digunakan lebih hemat. Sedangkan untuk penggunaan metode kuas kurang efektif dibandingkan penggunaan spray, karena dilihat dari hasil Waktu pengujian lebih lama, Kebutuhan cairan lebih banyak dan Biaya pekerjaan yang digunakan lebih mahal.

V. KESIMPULAN DAN SARAN⁵

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan tujuan penelitian sesuai hasil analisa inspeksi Liquid Penetrant Test menggunakan Kuas dan Spray yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pada Analisa hasil pengujian *liquid penetrant* menggunakan Kuas dan Spray yang telah dilakukan tidak ditemukan perbedaan hasil yang signifikan, yaitu hanya terdapat 1 cacat las porosity yang sama. Terdapat perbedaan selisih waktu bahwa hasil penetrasi keluar dengan menggunakan Kuas dan Spray selama 3 menit 20 detik dan selisih penetrasi keluar selama 38 detik, artinya pada proses *spray* lebih besar tekanannya dari pada menggunakan kuas dan menyebabkan kapilaritas *penetrant* berbeda. Sehingga penggunaan *spray* lebih efisien.
2. Kebutuhan biaya untuk aplikasi cairan penetrant berbeda, karena pada proses aplikasi cairan penetrant saat menggunakan kuas, cairan yang dibutuhkan lebih banyak dari pada saat menggunakan Spray. untuk kebutuhan biaya *penetrant* dengan pengaplikasian menggunakan sprai yaitu (8 ml x Rp. 167,5 = Rp. 1.340). Adapun dengan pengaplikasian menggunakan kuas yaitu (12 ml x Rp. 167,5 = Rp. 2.010). Jadi biaya kebutuhan cairan *penetrant* saat menggunakan *spray* lebih efisien dari pada saat menggunakan kuas karena disebabkan pada saat pemindahan cairan dari botol *penetrant* ke wadah yang disediakan, cairan di wadah masih terdapat sisa-sisa.

Beberapa saran yang dapat peneliti berikan terkait penelitian yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut.

1. Melakukan perbandingan pengujian di beberapa hasil pengelasan yang berbeda.
2. Pengujian *Liquid Penetrant Test* mulai dari *Dwell time* dalam pengaplikasian cairan penetrant, Developer dan standard penerimaan menggunakan standard yang berbeda.
3. Dari kedua metode aplikasi penetrant menggunakan Kuas dan Spray, dunia industri sebaiknya menerapkan metode yang tepat pada proyek yang dikerjakan, karena dapat mempengaruhi nilai ekonomis dan efisiensi pengujian.

Lingkungan, T., Mineral, D., & Teknologi, U. (2021). *Science And Technology Identifikasi Cacat Lasan Fcaw Pada Fondasi Mesin Kapal*. 5(2), 53–58.

VI. DAFTAR PUSTAKA⁶

- Akhir, P. T., Kepada, D., Malang, U. M., Arie, Y., & Sandy, P. (2019). *Deteksi Cacat Las Material Baja Ss400 Menggunakan Non Destructive Test Dengan Metode Penetrant Testing (Pt) Dan Ultrasonic Testing (Ut)*.
- Arista, A. (2018). *Identifikasi Faktor Penyebab Keretakan Pada Platform Module (H-Beam) Menggunakan Metode Ndt (Non Destructive Test) Di Pt Multi Gunung Mas Batam Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 4(1), 40–49.
- Bina, D., Kompetensi, S., & Pelatihan, D. A. N. (2018). *Buku Informasi Melakukan Penetrant Test (Pt)*. 1–41.
- Bina, D., Kompetensi, S., Pelatihan, D. A. N., & Umum, A. T. (2018). *Melakukan Inspeksi Visual Pengelasan*. 1–77.
- Ilmi, B. (2014). *Jurnal Ilmiah “ Teknika “ Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Kekuatan Sambungan Pipa Astm A335 Grade P11 Fakultas Teknik Universitas Iba Issn : 2355-3553*. 5(2), 88–95.
- Kristanto, Y., Rubiono, G., & Mujianto, H. (2017). *Pengaruh Diameter Nossel Spraygun Terhadap Efisiensi Pengecatan*. 2(1), 5–8.
- Sumardani, N. I., Setiawan, N. I., & Nuryadin, B. W. (2020). *Defect Analysis Of Carbonsteel Pipe Welding Connections Using Non-Destructive Testing With The Penetrant Test Method*.
- Widyawati, F., Marano, L., Nurcahyo, F., Lingkungan, T., Mineral, D., Teknologi, U.,