

**KAJIAN LIQUID PENETRANT TEST (PT) DALAM NON DESTRUCTIVE TESTING (NDT) BERDASARKAN PRINSIP KERJA, DWELL TIME, DAN ACCEPTANCE CRITERIA MENGACU PADA STANDAR ASME DAN AWS**

Muhammad Mifthahul Rizwan<sup>1</sup>, Ricky Cahyasari Putra<sup>2</sup>, Moh Fawaid<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Vokasional Teknik Mesin FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
[12284220050@untirta.ac.id](mailto:12284220050@untirta.ac.id), [ricky.pvtm@untirta.ac.id](mailto:ricky.pvtm@untirta.ac.id), [fawaid80@untirta.ac.id](mailto:fawaid80@untirta.ac.id)

**ABSTRACT**

*The Material testing is an essential stage in ensuring the quality and safety of engineering components, particularly in welded joints. One of the most widely used methods is Non-Destructive Testing (NDT), which is a testing technique that does not damage the material. This study aims to examine the Liquid Penetrant Test (PT) method as one of the NDT techniques used to detect surface defects in materials. The method employed in this study is a literature review based on various scientific references, including ASME and AWS standards. The study covers the working principles, inspection procedures, dwell time parameters, and acceptance criteria of the penetrant testing method. The results indicate that the PT method operates based on the capillary action phenomenon, where the penetrant liquid is able to enter small cracks or discontinuities on the material surface. The testing process consists of several main stages, including surface cleaning, penetrant application, penetration time (dwell time), excess penetrant removal, developer application, and visual inspection. Furthermore, the evaluation of test results is conducted based on ASME and AWS standards, which classify indications into linear and rounded indications. Linear indications are generally not acceptable due to their association with critical defects, while rounded indications may be acceptable within certain limits. Therefore, the Liquid Penetrant Test method is an effective and practical technique for detecting surface defects and supporting the improvement of structural quality and safety.*

**Keywords:** *Non-Destructive Testing, Liquid Penetrant Test, Dwell Time, Acceptance Criteria, ASME, AWS*

**ABSTRAK**

Pengujian material merupakan tahapan penting dalam menjamin kualitas dan keselamatan komponen teknik, khususnya pada sambungan las. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Non Destructive Testing* (NDT), yaitu teknik pengujian tanpa merusak material. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metode *Liquid Penetrant Test* (PT) sebagai salah satu teknik NDT dalam mendeteksi cacat permukaan material. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan mengacu pada berbagai sumber referensi ilmiah, termasuk standar ASME dan AWS. Kajian meliputi prinsip kerja, tahapan proses inspeksi, parameter *dwell time*, serta kriteria keterimaan (*acceptance criteria*) pada metode penetrant test. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode PT bekerja berdasarkan fenomena kapilaritas, di mana cairan penetrant mampu masuk ke dalam celah atau retakan kecil pada permukaan material. Proses pengujian terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu pembersihan permukaan, aplikasi *penetrant*, waktu penetrasi (*dwell*

*time*), pembersihan, aplikasi *developer*, serta inspeksi visual. Selain itu, evaluasi hasil pengujian dilakukan berdasarkan standar ASME dan AWS yang mengklasifikasikan indikasi menjadi indikasi linier dan indikasi bulat. Indikasi linier umumnya tidak diperbolehkan karena berkaitan dengan cacat serius, sedangkan indikasi bulat masih dapat diterima dengan batasan tertentu. Dengan demikian, metode *Liquid Penetrant Test* merupakan teknik yang efektif dan praktis dalam mendeteksi cacat permukaan serta mendukung peningkatan kualitas dan keselamatan struktur.

**Kata Kunci:** *Non-Destructive Testing, Liquid Penetrant Test, Dwell Time, Acceptance Criteria, ASME, AWS*

### **A. Pendahuluan**

Pengujian material merupakan salah satu tahapan penting dalam proses produksi maupun pemeliharaan komponen teknik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa material yang digunakan memiliki kualitas yang baik serta memenuhi standar keselamatan yang telah ditetapkan (Mustofa, Togik Hidayat 2023). Dalam praktiknya, pengujian material dibedakan menjadi dua metode utama, yaitu *destructive testing* dan *non destructive testing* (NDT) (Endramawan et al. 2017). *Destructive testing* merupakan metode pengujian yang dilakukan dengan merusak spesimen uji untuk mengetahui sifat mekanik material (Yunianto et al. 2023), sedangkan NDT dilakukan tanpa merusak komponen sehingga material masih dapat digunakan setelah proses inspeksi (Avilla, Suhendra, and Naubnome 2023). Berdasarkan

keunggulan tersebut, metode non destructive testing (NDT) semakin banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, seperti manufaktur, konstruksi, penerbangan, serta industri minyak dan gas.

Metode NDT memiliki peran penting dalam berbagai sektor industri, seperti manufaktur, konstruksi, penerbangan, serta industri minyak dan gas (Nursanni et al. 2023). Dengan menggunakan metode ini, cacat atau diskontinuitas pada material dapat dideteksi sejak dini sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan struktur yang dapat menimbulkan kerugian besar. Salah satu metode NDT yang banyak digunakan untuk mendeteksi cacat pada permukaan material adalah *Liquid Penetrant Test* (PT) (Saputra, Tuparjono, and Sugiyanto 2023). Metode ini memanfaatkan kemampuan cairan *penetrant* untuk masuk ke dalam celah atau retakan

kecil pada permukaan material melalui fenomena kapilaritas (Novansyah et al. 2023). Setelah proses pengembangan menggunakan developer, indikasi cacat akan muncul pada permukaan material sehingga dapat diamati secara visual oleh inspektor (Azwinur et al. 2020). Berdasarkan prinsip tersebut, kajian ini bertujuan untuk membahas prinsip kerja, tahapan proses, parameter *dwell time*, serta kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) metode *Liquid Penetrant Test* berdasarkan standar ASME dan AWS. Kemampuan metode ini dalam mendeteksi cacat permukaan menjadi dasar penting dalam proses evaluasi kualitas material.

Berdasarkan hal tersebut, kajian ini bertujuan untuk membahas prinsip kerja, tahapan proses, parameter *dwell time*, serta kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) metode *Liquid Penetrant Test* berdasarkan standar ASME dan AWS. Artikel ini juga menghadirkan tinjauan yang terintegrasi mengenai metode *Non Destructive Testing* (NDT), khususnya *penetrant test*, dalam menguji kualitas pengelasan tanpa merusak material. Kebaruan dari kajian ini terletak pada pendekatan analisis yang mengaitkan

parameter pengujian dengan kriteria penerimaan serta kesesuaiannya terhadap standar industri yang berlaku. Selain itu, kajian ini menyoroti aspek teknis dan relevansi praktis metode *penetrant test* dalam mendukung peningkatan mutu pengelasan di era industri modern, khususnya dalam konteks penerapan standar ASME dan AWS.

## **B. Metode Penelitian**

Pada Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur yang bertujuan untuk mengkaji konsep dasar serta prinsip kerja metode *Non-Destructive Testing* (NDT), khususnya *Liquid Penetrant Test* (PT) dalam proses inspeksi material. Pendekatan ini dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber referensi ilmiah yang relevan dengan teknik pengujian tak merusak.

Sumber data dalam penelitian ini diperoleh dari buku teks mengenai NDT, standar pengujian material seperti ASME dan AWS, serta artikel ilmiah yang membahas metode *Liquid Penetrant Test*. Literatur yang digunakan mencakup konsep dasar NDT, prinsip kerja *penetrant test*, tahapan proses inspeksi, parameter

pengujian seperti *dwell time*, serta jenis cacat yang dapat dideteksi menggunakan metode tersebut.

Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan literatur yang relevan, kemudian dilanjutkan dengan analisis isi literatur untuk memperoleh informasi mengenai prinsip kerja, prosedur pengujian, serta kelebihan dan keterbatasan metode penetrant test. Hasil analisis tersebut selanjutnya disusun secara sistematis untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai penerapan metode *Liquid Penetrant Test* dalam inspeksi material.

### **C. Hasil Penelitian**

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan terhadap berbagai sumber referensi mengenai *Non Destructive Testing* (NDT) dan *Liquid Penetrant Test* (PT), diperoleh beberapa pembahasan utama yang berkaitan dengan konsep dasar metode *penetrant*, prinsip kerja, tahapan proses inspeksi, serta jenis cacat yang dapat dideteksi menggunakan metode tersebut.

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Konsep *Liquid Penetrant Test*  
*Liquid Penetrant Test* merupakan salah satu metode Non Destructive Testing yang digunakan untuk mendeteksi cacat pada permukaan material tanpa merusak komponen yang diuji (Hadi, Abizar, and Maulana 2024). Metode ini banyak digunakan dalam industri manufaktur, konstruksi, penerbangan, serta industri minyak dan gas karena mampu mendeteksi cacat permukaan dengan tingkat sensitivitas yang cukup tinggi (Alwahidi, F, and Afrizal 2025).

Berdasarkan hasil kajian literatur (Suseno 2025), metode *liquid penetrant test* bekerja dengan memanfaatkan kemampuan cairan *penetrant* untuk masuk ke dalam celah atau retakan kecil pada permukaan material.

Setelah cairan *penetrant* masuk ke dalam cacat, cairan tersebut akan ditarik kembali ke permukaan oleh *developer* sehingga membentuk indikasi visual yang dapat diamati oleh inspektor (Parlin Jhony Haposan Siagian and Nurul Ulfah 2022). Keunggulan utama metode ini adalah kemampuannya dalam mendeteksi cacat permukaan yang sangat kecil dengan prosedur pengujian yang

relatif sederhana (Abdulloh, Irawan, and Kunci 2023). Selain itu, metode *liquid penetrant test* juga tidak memerlukan peralatan yang kompleks sehingga dapat diterapkan pada berbagai jenis material seperti logam, keramik, maupun plastik.

## 2. Prinsip Kerja *Liquid Penetrant Test*

Prinsip kerja dari *Liquid Penetrant Test* didasarkan pada fenomena kapilaritas, yaitu kemampuan cairan untuk meresap ke dalam celah sempit tanpa bantuan gaya eksternal, dalam proses inspeksi menggunakan metode penetrant cairan diaplikasikan dan cairan akan meresap ke dalam retakan atau celah kecil yang terdapat pada permukaan material selama waktu tertentu yang disebut *dwell time* (Hadi et al. 2024). Selanjutnya kelebihan penetrant pada permukaan material dibersihkan agar tidak mengganggu proses identifikasi cacat. Tahap berikutnya adalah aplikasi developer pada permukaan material. *Developer* berfungsi untuk menarik cairan penetrant yang berada di dalam cacat keluar ke permukaan sehingga membentuk indikasi yang dapat diamati secara visual. Indikasi tersebut kemudian dianalisis untuk

menentukan keberadaan serta karakteristik cacat pada material.

## 3. Tahapan Proses Inspeksi *Penetrant Test*

Berdasarkan standar pengujian yang digunakan dalam *metode Liquid Penetrant Test*, proses inspeksi umumnya dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Tahapan yang pertama adalah pembersihan permukaan material (*Surface Cleaning*) yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran, minyak, maupun kontaminan lain yang dapat menghambat penetrasi cairan *penetrant*. Tahap berikutnya adalah aplikasi cairan *penetrant* pada permukaan material (Rahmatullah et al. 2023). Cairan tersebut kemudian dibiarkan selama waktu tertentu agar dapat masuk ke dalam celah atau retakan yang terdapat pada permukaan material. Setelah waktu penetrasi selesai, kelebihan *penetrant* pada permukaan material akan dibersihkan menggunakan pelarut atau air sesuai dengan jenis *penetrant* yang digunakan (Rohman 2023). Selanjutnya *developer* diaplikasikan pada permukaan material untuk menarik penetrant yang berada di dalam cacat keluar ke permukaan (Pratiwi and Wibowo 2019). Tahap

terakhir adalah inspeksi visual, yaitu proses pengamatan indikasi cacat yang muncul pada permukaan material. Hasil inspeksi kemudian dianalisis untuk menentukan jenis dan tingkat keparahan cacat yang ditemukan.

#### 4. Jenis Cacat yang Dapat Dideteksi.

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa metode *Liquid Penetrant Test* sangat efektif digunakan untuk mendeteksi cacat yang terbuka pada permukaan material. Beberapa jenis cacat yang umum ditemukan pada sambungan las antara lain retak (*crack*), porositas (*porosity*), *lack of fusion*, dan *undercut* (Sanam, Inda Aidatul Azpah 2023). Retak merupakan jenis cacat yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan struktur jika tidak terdeteksi sejak awal. Porositas merupakan cacat berupa lubang kecil yang terbentuk akibat gas yang terperangkap selama proses pengelasan. Sementara itu, *lack of fusion* terjadi ketika logam las tidak menyatu secara sempurna dengan logam dasar. Metode *Liquid Penetrant Test* mampu mendeteksi cacat-cacat tersebut karena cairan penetrant dapat masuk ke dalam celah yang

terbuka pada permukaan material dan menghasilkan indikasi visual yang jelas setelah proses pengembangan menggunakan *developer* (Syahrillah, Firman, and Sugeng .P 2016).

#### 5. Kelebihan dan Keterbatasan

##### Metode *Liquid Penetrant Test*

Berdasarkan analisis literatur yang dilakukan, metode *Liquid Penetrant Test* memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya banyak digunakan dalam proses inspeksi material (Famoesa, S, and Pranatal 2020). Salah satu keunggulan utama metode ini adalah prosedur pengujian yang relatif sederhana serta tidak memerlukan peralatan yang kompleks (Sianturi, Budiarto, and Mulyatno 2019). Selain itu, metode ini juga memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap cacat permukaan yang sangat kecil sehingga dapat membantu proses deteksi cacat pada tahap awal. Metode *Liquid Penetrant Test* juga dapat digunakan pada berbagai jenis material yang memiliki permukaan tidak berpori (Syahrillah et al. 2016). Namun demikian, metode ini juga memiliki beberapa keterbatasan. Metode *Liquid Penetrant Test* hanya dapat mendeteksi cacat yang terbuka pada permukaan material dan tidak dapat digunakan untuk mendeteksi

cacat yang berada di dalam material (Azwinur et al. 2020). Selain itu, kondisi permukaan material harus bersih dari kotoran maupun minyak agar cairan *penetrant* dapat bekerja secara optimal.

#### 6. *Accepment Criteria* Indikasi *Liquid Penetrant Test*

Pada tahap ini teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, dengan mengkaji berbagai literatur yang berkaitan dengan *Liquid Penetrant Test* serta standar evaluasi yang digunakan dalam proses inspeksi (Rinanto, Wahyudi, and Khumaidi 2018). Analisis dilakukan dengan mendeskripsikan kriteria penerimaan terhadap indikasi cacat yang muncul pada proses pengujian *Liquid Penetrant Test* berdasarkan standar yang berlaku.

Dalam proses inspeksi dengan metode *Non Destructive Test, Liquid Penetrant Test*, indikasi cacat yang muncul pada permukaan material harus dianalisis berdasarkan ukuran, bentuk, serta distribusi indikasi tersebut. Evaluasi ini bertujuan menentukan apakah indikasi yang muncul masih berada dalam batas toleransi yang diperbolehkan atau termasuk dalam cacat yang harus diperbaiki.

Pada penelitian ini standar prosedur penelitian dan kriteria penerimaan *Non Destructive Test* mengacu pada 4 standar yaitu *American Society of Mechanical Enggineers* atau *ASME section V, Section VIII, Section IX* dan *American Welding Society AWS D1.1*.

Dengan kedua standar tersebut, indikasi yang muncul selama proses *Liquid penetrant test* diklasifikasikan menjadi dua jenis utama yaitu:

#### 1) Indikasi Linier (*Linier Indication*)

Indikasi Linier merupakan indikasi yang memiliki bentuk memanjang dimana Panjang indikasi lebih besar dari tiga kali lebarnya. Indikasi jenis ini biasanya menunjukkan adanya cacat berupa retakan atau diskontinuitas memanjang pada material yang berpotensi menurunkan kekuatan struktur.

#### 2) Indikasi Bulat (*Rounded Indication*)

Indikasi *Rounded* merupakan indikasi yang memiliki bentuk melingkar atau elips dimana Panjang indikasi sama dengan atau kurang dari tiga kali lebarnya. Indikasi jenis ini umumnya berkaitan dengan cacat berupa porositas atau lubang kecil yang terbentuk pada permukaan material.

**A. Kriteria Keterimaan Menurut ASME V**

**Tabel 1. *Accepment Criteria ASME Section V***

No	Jenis Indikasi	Kriteria Keterimaan
1	Indikasi Linier	Semua indikasi linier dianggap sebaai cacat dan tidak diperbolehkan <i>reject</i>
2	Indikasi bulat tunggal/ <i>Rounded</i>	Dapat diterima apabila diameter $\leq 5$ mm
3	Indikasi berkelompok	Tidak diperbolehkan apabila jumlah indikasi melebihi batas yang ditentukan dalam area tertentu
4	Indikasi retak <i>crack, lack of fusion, atau incomplete penetration</i>	Tidak diperbolehkan dalam kondisi apapun

Sumber. (American Society of Mechanical Engineers Section V 2021)

**B. Kriteria Keterimaan Menurut ASME Section VIII**

**Tabel 2. *Accepment Criteria ASME Section VIII***

No	Jenis Indikasi	Kriteria Keterimaan
1	Indikasi Linier	Semua indikasi linier seperti retak atau lack of fusion tidak diperbolehkan
2	Indikasi bulat ( <i>Rounded</i> )	Dapat diterima apabila diameter $\leq 5$ mm
3	Indikasi bulat berkelompok	Tidak diperbolehkan apabila jarak antara indikasi kurang dari diameter indikasi terbesar
4	Indikasi memanjang pada sambungan las	Tidak diperbolehkan karna dapat mempenagruhi kekuatan tekanan bejana

Sumber. (American Society of Mechanical Enggineers Section VIII, 2025)

**C. Kriteria Keterimaan ASME IX**

**Tabel 3. *Accepment Criteria ASME Section IX***

No	Jenis Indikasi	Kriteria Keterimaan
1	Indikasi retak ( <i>crack</i> )	Tidak diperbolehkan
2	Indikasi linier	Tidak diperbolehkan
3	Indikasi bulat ( <i>porosity</i> )	Diperboehkan selama tidak berlebihan dan tidak membentuk deretan
4	Indikasi berkelompok	Tidak diperbolehkan apabila membentuk indikasi kontinu.

Sumber. ( ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code Section IX, 2025)

**D. Kriteria Keterimaan Menurut AWS D1.1**

**Tabel 4. *Accepment Criteria AWS D1.1***

No	Jenis Indikasi	Kriteria Keterimaan
1	Indikasi Linier	Semua indikasi linier dianggap sebaai cacat dan tidak diperbolehkan <i>reject</i>
2	Indikasi bulat tunggal/ <i>Rounded</i>	Diperbolehkan apabila diameter $\leq 5$ mm
3	Indikasi berkelompo k	Jarak antara indikasi harus lebih besar dari diameter terbesar dari indikasi tersebut
4	Indikasi bulat berderet	Tidak diperbolehkan apabila jumlahnya lebih dari 4 dalam satu garis.
5	Indikasi dengan ukuran besar atau	Dinyatakan tidak diterima <i>reject</i> apabila melebihi

	tidak beraturan	batas ukuran yang ditentukan
6	Indikasi retak ( <i>crack</i> )	Tidak diperbolehkan dalam kondisi apapun

---

#### **D. Pembahasan**

Dalam proses inspeksi menggunakan metode *Liquid Penetrant Test*, indikasi yang muncul pada permukaan material harus dievaluasi berdasarkan standar yang berlaku untuk menentukan apakah sambungan las masih memenuhi persyaratan kualitas atau tidak (Parlin Jhony Haposan Siagian and Nurul Ulfah 2022). Evaluasi ini dilakukan dengan mengidentifikasi bentuk, ukuran, serta distribusi indikasi yang muncul selama proses inspeksi. Berdasarkan hasil kajian literatur, standar yang umum digunakan dalam evaluasi hasil penetrant test adalah standar *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) dan *American Welding Society* (AWS).

Pada penelitian ini, kriteria penerimaan yang digunakan mengacu pada *ASME Section V*, *ASME Section VIII*, *ASME Section IX*, serta *AWS D1.1*. Standar-standar tersebut memberikan pedoman dalam menentukan batas toleransi terhadap indikasi cacat yang terdeteksi pada

permukaan material selama proses inspeksi *non destructive testing*.

Secara umum, hasil penetrant test diklasifikasikan menjadi dua jenis indikasi utama yaitu indikasi linier (*linear indication*) dan indikasi bulat (*rounded indication*). Indikasi linier merupakan indikasi yang memiliki bentuk memanjang dengan perbandingan panjang lebih dari tiga kali lebarnya. Indikasi jenis ini biasanya menunjukkan adanya cacat berupa retak, *lack of fusion*, atau diskontinuitas memanjang pada sambungan las yang dapat menurunkan kekuatan struktur material. Oleh karena itu, berdasarkan standar ASME maupun AWS, indikasi linier umumnya tidak diperbolehkan dan dikategorikan sebagai cacat yang harus diperbaiki.

Sementara itu, indikasi bulat merupakan indikasi yang memiliki bentuk melingkar atau *elips* dengan panjang yang sama atau kurang dari tiga kali lebarnya. Indikasi ini biasanya berkaitan dengan cacat berupa porositas atau lubang kecil yang terbentuk selama proses pengelasan. Dalam beberapa standar seperti *ASME Section VIII* dan *AWS D1.1*, indikasi bulat masih dapat diterima selama ukuran dan distribusinya tidak

melebihi batas toleransi yang ditentukan.

Berdasarkan ASME Section V, standar ini lebih berfokus pada prosedur pelaksanaan pengujian *Non Destructive Testing*, termasuk tahapan pemeriksaan *penetrant test* serta metode interpretasi indikasi yang muncul. Evaluasi terhadap indikasi yang ditemukan kemudian dibandingkan dengan standar desain atau konstruksi seperti *ASME Section VIII*, yang digunakan untuk aplikasi bejana tekan (*pressure vessel*).

Pada *ASME Section VIII*, kriteria penerimaan lebih menekankan pada keamanan struktur yang bekerja pada kondisi tekanan tinggi. Oleh karena itu, indikasi linier seperti retak atau lack of fusion tidak diperbolehkan karena dapat menyebabkan kegagalan struktur. Indikasi bulat masih dapat diterima selama ukuran dan jarak antar indikasi masih berada dalam batas toleransi yang ditentukan.

Sementara itu, *ASME Section IX* berkaitan dengan kualifikasi prosedur pengelasan dan juru las. Dalam standar ini, evaluasi hasil inspeksi digunakan untuk memastikan bahwa proses pengelasan yang dilakukan telah memenuhi standar

kualitas yang dipersyaratkan. Indikasi retak maupun indikasi linier tidak diperbolehkan karena menunjukkan adanya ketidaksempurnaan pada proses pengelasan. Selain standar ASME, evaluasi hasil *penetrant test* juga mengacu pada standar *AWS D1.1* yang merupakan standar pengelasan struktur baja. Dalam standar ini dijelaskan bahwa indikasi linier dianggap sebagai cacat yang tidak diperbolehkan karena dapat menurunkan kekuatan sambungan las. Sedangkan indikasi bulat masih dapat diterima apabila ukuran serta distribusinya tidak melebihi batas yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Dengan adanya kriteria penerimaan yang jelas berdasarkan standar ASME dan AWS, proses evaluasi hasil penetrant test dapat dilakukan secara lebih objektif dan sistematis. Hal ini sangat penting dalam proses inspeksi sambungan las untuk memastikan bahwa material atau struktur yang diperiksa memiliki kualitas yang sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku di industri

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, metode *Liquid Penetrant*

*Test* (PT) merupakan salah satu teknik *Non-Destructive Testing* (NDT) yang efektif dalam mendeteksi cacat terbuka pada permukaan material tanpa merusak komponen yang diuji. Prinsip kerja metode ini didasarkan pada fenomena kapilaritas, di mana cairan *penetrant* mampu masuk ke dalam celah atau retakan kecil dan menghasilkan indikasi visual setelah proses pengembangan menggunakan *developer*.

Proses pengujian terdiri dari beberapa tahapan penting, yaitu pembersihan permukaan, aplikasi *penetrant*, waktu penetrasi (*dwell time*), pembersihan kelebihan *penetrant*, aplikasi *developer*, serta inspeksi visual. Parameter *dwell time* memiliki peran yang signifikan dalam menentukan keberhasilan deteksi cacat, sehingga perlu diperhatikan secara cermat dalam pelaksanaan pengujian.

Selain itu, evaluasi hasil *penetrant test* dilakukan berdasarkan kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) yang mengacu pada standar ASME dan AWS. Indikasi yang muncul diklasifikasikan menjadi indikasi linier dan indikasi bulat, di mana indikasi linier umumnya tidak diperbolehkan karena berkaitan

dengan cacat serius, sedangkan indikasi bulat masih dapat diterima dengan batasan tertentu.

Dengan demikian, penerapan metode *Liquid Penetrant Test* yang didukung oleh standar yang tepat dapat meningkatkan keakuratan inspeksi serta menjamin kualitas dan keselamatan material dalam berbagai aplikasi industri.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdulloh, Moh Joehan, Benny Haddli Irawan, and Kata Kunci. 2023. "Pengujian Non Destructive Test Dan Destructive Test WPS Untuk Product Tubular Lower Leg Jacket S420 G2 + M Z35." 1(2015):88–95.
- Alwahidi, M. Nouval, Salma Najibah F, and Bagaswara Afrizal. 2025. "Review Pengujian Pengelasan Metode Non-Destructive Test." 2(1):30–42.
- American Society of Mechanical Engineers Section V. 2021. "ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code Section V 2021." in *American Society of Mechanical Engineers Section V*.

- Avilla, Gilang, Bobie Suhendra, and viktor Naubnome. 2023. "Analisis Variasi Kuat Arus Dan Kelembapan Pada Pengelasan Smaw Terhadap Cacat Pada Pengelasan Baja Ss400 Dengan Metode Nondestructive Test (Ndt) Penetrant Testing." *Jurnal Kajian Teknik Mesin* 8(2):2.
- Azwinur, Adi Saputra Ismy, Rizky Nanda, and Ferdiyansyah. 2020. "Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las Double Lap Joint Pada Material AISI 1050." *Journal of Welding Technology* 2(1):1–7.
- Endramawan, Tito, Emin Haris, Felix Dionisius, and Yuliana Prinka. 2017. "Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3G Butt Joint." *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)* 3(2):44–48. doi: 10.31884/jtt.v3i2.61.
- Famoesa, Moch Anjana Putra, Pramudya Imawan S, and Erifive Pranatal. 2020. "Pengaruh Variasi Sudut Kampuh v Pada Sambungan Las Fcaw Dari Material Baja Ss 400." *E-Journal ITATS* 2(1):85–93.
- Hadi, Muhammad Nafial, Haris Abizar, and Arif Maulana. 2024. "Analisis Hasil Pengujian Tak Merusak Pada Sambungan Superheater Boiler."
- IX, American Society of Mechanical Enggineers Section. 2025. "ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code Section IX." in *ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code Section IX 2025*.
- Mustofa, Togik Hidayat, Pelangi Eka Yuwanita. 2023. "ANALISIS KETANGGUHAN DAN CACAT PENGELASAN TERHADAP VARIASI KUAT ARUS DAN ALUR PENGELASAN TIG PADA PANDUAN AL 6061." *Journal of Science and Technology* 4(0):1–23.
- Novansyah, Fauzan, Maulana Ihsan Rijal, Ananda Yhuto Wibisono Putra, Rasendriya Aryaguna, and Ridwan Yuga Pranata. 2023. "Analisis Pengaruh Sudut Bevel Dan Polaritas Terhadap Defect Pada Tembusan Hasil Pengelasan Smaw." *Kurvatek* 8(2):143–48. doi:

- 10.33579/krvtk.v8i2.4077.
- Nursanni, Banu, Benjamin Situmorang, Erma Yulia, and Andi Bahar. 2023. "Validity of Destructive and Non-Destructive Testing Module Based on Industrial Needs." doi: 10.4108/eai.20-10-2022.2328886.
- Parlin Jhony Haposan Siagian, Nurul Laili Arifin\*, and Nurul Ulfah. 2022. "INSPEKSI LIQUID PENETRANT SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW PADA FABRIKASI FRAME ACID SKID." 4(1):1–6.
- Pratiwi, Yeni Ratih, and Salnan Sabdo Wibowo. 2019. "Pengaruh Jenis Elektroda Dan Jumlah Pass Terhadap Uji Kekerasan Hasil Pengelasan Dan Struktur Mikro Pada Proses Pengelasan Shielded Metal Arch Welding." *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual* 4(2):159. doi: 10.28926/briliant.v4i2.287.
- Rahmatullah, Muhammad, Kaka Zada, Info Artikel, and Non Destructive Test. 2023. "ANALISIS PENGUJIAN METODE LIQUID PENETRANT TESTING BERDASARKAN ACCEPTANCE CRITERIA PENETRANT TESTING PADA KOMPONEN CESSNA 152." 02(01):24–33.
- Rinanto, Noorman, Mohammad Thoriq Wahyudi, and Agus Khumaidi. 2018. "Radial Basis Function Neural Network Sebagai Pengklasifikasi Citra Cacat Pengelasan." *Rekayasa* 11(2):118. doi: 10.21107/rekayasa.v11i2.4418.
- Rohman, Faris Candra. 2023. "ANALISIS DWELL TIME TERHADAP SENSITIVITAS ARTIFICIAL DISCONTINUITY PADA PENGUJIAN PENETRANT FLOURESCENT." Politeknik perkapalan negeri surabaya.
- Sanam, Inda Aidatul Azpah, Muhammad Suhaedi Dan Ananda yhuto wibisono putra. 2023. "PENGARUH KETEBALAN ROOT FACE DAN POLARITAS TERHADAP DEFECT PADA TEMBUSAN HASIL PENGELASAN SMAW." *Jurnal Ilmu Pendidikan* 7(2):809–20.

Saputra, Adhie, Tuparjono Tuparjono, and Sugiyanto Sugiyanto. 2023. "Pengaruh Gerakan Pola Las Zigzag, Melingkar, u Terhadap Uji Liquid Penetran Pada Pengelasan 3g Gmaw." 1(1):268–78.

Sianturi, Mangara Tua Immanuel, Untung Budiarto, and Imam Pujo Mulyatno. 2019. "Analisa Kekuatan Tarik Dan Impak Baja ST 40 Pengelasan Flux Cored Arc Welding (FCAW) Posisi 4G Dengan Variasi Arus Pengelasan." *Teknik Perkapalan* 7(2):152–60.

Suseno, Doni. 2025. "Evaluasi Visual Dan Uji Penetrant Wire Rope Sling Pada Pesawat Angkat Di Industri Energi Panas Bumi." 6(2):653–66.

Syahrillah, Gusti Rusydi Furqon, Muhammad Firman, and Moch. Andi Sugeng .P. 2016. "Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja ST 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda." *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 01(02):21–26.

VIII, American Society of Mechanical Engineers Section. 2025.

"ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code Section VIII 2025." in *ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code Section VIII 2025*. New York.

Yunianto, Bambang, Prayogi Wicaksana, Jl Sudharto, Kampus UNDIP Tembalang, and Jawa Tengah. 2023. "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." *Jurnal ROTASI* 25(2):54–60.