

DETEKSI CACAT LAS PADA KERANGKA ATAP MASJID AGUNG JAWA TENGAH DI MAGELANG DENGAN METODE *LIQUID PENETRANT TEST*

Teguh Satrio Wibowo*, Zahwa Khairani Rizky, Daffa' Nur Fauzaan,
Anto Budi Listyawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta Jalan
Ahmad Yani Tromol 1 Surakarta, Jawa Tengah

*Email: d100200266@student.ums.ac.id

Abstrak

Pembangunan MAJT dengan luas lahan 43,928,89 m² dan luas bangunan 14.084,47 m² yang terdiri dari 2 lantai ini harus direncanakan sesuai dengan standar pembangunan gedung negara atau fasilitas sarana dan prasarana yang memadai. Penetrant test merupakan pengujian untuk mendeteksi cacat terbuka yang terjadi pada permukaan bahan padat dan tidak berpori dengan menggunakan gaya kapiler. Metode Liquid Penetrant Test (dye penetrant) merupakan metode NDT yang paling sederhana namun paling banyak digunakan karena keunggulan kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi cacat pada permukaan. Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan metode penetrant test yang berguna dalam mendeteksi cacat pada hasil pengelasan joint rangka baja di kerangka atap masjid dengan metode Liquid Penetrant Test. Dari hasil pengujian tidak ditemukan cacat setelah dilakukan uji visual.

Kata kunci: NDT, liquid penetrant test, baja

Abstract

The construction of MAJT with a land area of 43,928.89 m² and a building area of 14,084.47 m² consisting of 2 floors must be planned in accordance with state building construction standards or adequate facilities and infrastructure. Penetrant test is a test to detect open defects that occur on the surface of solid, non-porous materials using capillary force. The Liquid Penetrant Test (dye penetrant) method is the simplest but most widely used NDT method because of its superior speed and accuracy in detecting surface defects. This article aims to explain the penetrant test method which is useful in detecting defects in the welding results of steel frame joints in mosque roof frames using the Liquid Penetrant Test method. From the experimental results, no defects were found after a visual test.

Keyword: NDT, liquid penetrant test, steel

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Magelang merupakan salah satu kabupaten yang berada di Jawa Tengah dengan penduduk yang mayoritas beragama Islam. Hal tersebut yang menjadikan gagasan untuk pembangunan Masjid Agung Jawa Tengah. Ide perancangan Pembangunan Masjid Agung Jawa Tengah ini berawal dari visi Jawa Tengah dalam “menuju Jawa Tengah sejahtera dan berdikari” dengan salah satu misinya yaitu “membangun masyarakat Jawa Tengah yang religious, toleran, dan guyub untuk menjaga Negara Kesatuan Republik Indonesia” (Leksono et al., 2022). Lokasi Pembangunan MAJT ini tepatnya berada di Jl. Soekarno Hatta, Kel. Sawitan, Kota Mungkid, Kab. Magelang. MAJT diharapkan dapat berperan sebagai pusat kegiatan keislaman seperti kegiatan ibadah, pendidikan, dakwah, serta sentra informasi keislaman. Pembangunan MAJT dengan luas lahan 43,928,89 m² dan luas bangunan 14.084,47 m² yang terdiri dari 2 lantai ini harus direncanakan sesuai dengan standar pembangunan gedung

negara atau fasilitas sarana dan prasarana yang memadai.

Bagi dunia industri, material sudah tidak asing lagi untuk masyarakat baik berbentuk logam maupun non logam. Baja merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam industri. Hal tersebut dikarenakan baja memiliki kekuatan, sifat mampu bentuk, dan mampu las yang baik. Sifat mampu las ini penting karena dalam suatu industri dikenal dengan adanya penyambungan antara komponen yang satu dengan yang lain menggunakan teknik pengelasan. Pengelasan merupakan proses menggabungkan atau menyatukan dua atau lebih bagian-bagian logam (Siagian et al., 2022). Lebih lanjut Siagian et al. (2022), menyatakan bahwa terdapat kesalahan-kesalahan yang terjadi saat proses penyambungan logam sehingga menyebabkan 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.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan *Non-Destructive Test* (NDT). NDT merupakan suatu pengujian tanpa merusak material yang dilakukan saat inspeksi terhadap benda untuk mengetahui kerusakan yang ada pada benda tersebut dengan tujuan untuk maintenance benda (Irwansyah, 2019). Pada dasarnya, pengujian ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang digunakan masih aman atau belum melewati *damage tolerance* (toleransi kerusakan) (Sumardani *et al.*, 2020). NDT merupakan cara yang aman untuk memeriksa material, komponen, atau rakitan tanpa menyebabkan kerusakan pada material tersebut. Hal ini dapat membantu mencegah kecelakaan, meningkatkan produktivitas, dan memastikan produk berkualitas tinggi. Saat ini lebih dari 50 metode NDT yang telah dikembangkan, salah satunya adalah dengan menggunakan metode *penetrant test* (Idris dan Bakoosh, 2014).

Penetrant test merupakan pengujian untuk mendeteksi cacat terbuka yang terjadi pada permukaan bahan padat dan tidak berpori dengan menggunakan gaya kapiler (Wicaksono *et al.*, 2022). Penetrant test mampu mendeteksi cacat permukaan dengan ukuran hingga 0,01 mm tetapi tidak mampu mendeteksi cacat secara tertutup, cacat di dalam material, dan material yang berpori. Prinsip kerja penetrant test adalah saat material yang cacat diberikan *penetrant* cairan maka cairan tersebut akan masuk ke dalam cacat dan developer digunakan untuk mengangkat cairan penetrant tersebut agar terlihat secara visual (Reddy, 2017). Metode *Liquid Penetrant Test* (*dye penetrant*) merupakan metode NDT yang paling sederhana namun paling banyak digunakan karena keunggulan kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi cacat pada permukaan (Endramawan dan Sifa, 2018). Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas dengan melihat diskontinuitas pada permukaan material setelah disemprotkan developer yang kemudian dianalisis (Siagian *et al.*, 2022). Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan metode *penetrant test* yang berguna dalam mendeteksi cacat pada hasil pengelasan joint rangka baja di kerangka atap masjid dengan metode *Liquid Penetrant Test*.

2. METODOLOGI

Kegiatan dilaksanakan di Masjid Agung Magelang. Tahapan pelaksanaan kegiatan sejak

persiapan sampai dengan penulisan secara keseluruhan dilakukan selama kurang lebih dua bulan. Kegiatan dilaksanakan mulai bulan Agustus 2023 sampai bulan September 2023. Data yang dikumpulkan dalam pengamatan ini berupa dokumentasi foto proses dan hasil dari penetrant test di MAJT.

Metode pengumpulan data dalam pengamatan ini menggunakan metode observasi dan wawancara. Menurut Joesyiana (2018), menyatakan bahwa metode observasi merupakan sebuah metode pengumpulan data atau keterangan dengan cara melakukan usaha langsung ke tempat yang akan diamati. Metode observasi dilakukan dengan teliti dan sistematis serta secara berulang. Sedangkan wawancara merupakan pengumpulan data dengan menggunakan kajian (responden) dan bertatap muka secara langsung dalam proses mendapatkan informasi (Rosaliza, 2015). Kegiatan yang dilakukan mengacu pada kegiatan di Pembangunan MAJT. Data yang dikumpulkan yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelasan merupakan hal penting dalam dunia manufacturing karena pengelasan merupakan salah satu cara penyambungan logam yang paling sering dilakukan. Kualitas kekuatan sambungan pengelasan sangat mutlak harus diketahui untuk keselamatan kerja. *Penetrant test* merupakan suatu cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui cacat las pada permukaan benda hasil pengelasan dengan menggunakan cairan kimia yang bekerja secara kapilaritas. Sebelum melakukan uji penetran, hal yang perlu dilakukan yaitu tahap persiapan. Tahap persiapan dimulai dengan pembuatan dan pengajuan pengujian penetrant test. Setelah itu apabila material yang akan dites telah disetujui, selanjutnya dilakukan persiapan lahan kerja, bahan kerja, dan peralatan kerja. Bahan kerja uji tersebut di antaranya yaitu penetrant, *cleaner* atau *remover*, *developer*, dan benda uji. Selain itu terdapat beberapa peralatan yang digunakan, antara lain kain kering, sarung tangan, kacamata, masker, stop watch, kuas, dan lain - lain.

Apabila tahap persiapan telah selesai, selanjutnya dilakukan tahap pelaksanaan. Pertama-tama permukaan benda uji dibersihkan dari berbagai jenis kotoran seperti minyak, karat, dan kotoran lainnya dengan lebar dari daerah uji minimal 25 mm yang dibersihkan dengan menggunakan sikat baja. Hal ini bertujuan agar

tidak mengganggu proses aplikasi *penetrant* dan saat mengamati hasil pengujian. Pembersihan benda uji dapat dilihat pada Gambar 1 (a) di bawah ini. Kemudian setelah itu benda uji disemprotkan *cleaner/remover* pada permukaannya. Lalu benda uji yang telah disemprot tersebut dibersihkan dengan menggunakan kain bersih secara searah. Benda uji dibiarkan sekitar 1 menit supaya cairan *cleaner* yang berada di diskontinuitas menguap dan bersih. Test *penetrant cleaner* dapat dilihat pada Gambar 1 (b).



Gambar 1. (a) Pembersihan permukaan benda uji, (b) Test penetrant cleaner

Setelah itu benda uji disemprot dengan cairan *penetrant* secara merata dan cairan dibiarkan masuk terlebih dahulu hingga kurang lebih selama 5 menit. Tes penetrasi *penetrant* dapat dilihat pada Gambar 2 (a). Selanjutnya cairan *penetrant* yang ada di permukaan dibersihkan dengan kain bersih dan kering yang dilakukan beberapa kali secara searah. Lalu dibersihkan lagi menggunakan kain yang dilembapkan dengan *cleaner* namun jangan terlalu lembab karena dapat membersihkan cairan yang berada di dalam diskontinuitas. Pembersihan cairan pada permukaan benda uji dapat dilihat pada Gambar 2 (b). Kemudian larutan *developer* dikocok dan disemprotkan pada permukaan spesimen uji setelah selesai dibersihkan. Jarak penyemprotan sekitar 15-20 cm terhadap permukaan benda. Tes penetrasi *developer* dapat dilihat pada Gambar 2 (c).



Gambar 2. (a) Tes penetrant, (b) Pembersihan cairan pada permukaan benda uji, (c) Tes penetrant developer

Setelah aplikasi *developer* selesai, langkah selanjutnya mengamati indikasi yang muncul.

Saat mengamati tunggu waktu minimal 10 menit dan maksimal 30 menit setelah pengaplikasian *developer*. Pembersihan *developer* dan *penetrant* dilakukan setelah proses pengujian selesai. Hasil dari *penetrant* tes dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil penetrant test

Dari hasil percobaan tidak ditemukan cacat setelah dilakukan uji visual. Berdasarkan standar uji penetrant, diketahui bahwa kisaran *overlap defects* yang diperbolehkan adalah $> 0,5$ mm, untuk *linear misalignment defects* yang diperbolehkan adalah > 2 mm, untuk *root concavity defects* diperbolehkan $> 0,5$ mm, untuk *crack defects* diperbolehkan $> 0,5$ mm, dan untuk *shrinkage groove defects* diperbolehkan $0,5$ mm (Efriandi, 2023).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari pelaksanaan penetrant test pada joint rangka baja di Masjid Agung Jawa Tengah, Magelang dengan metode liquid penetrant test tidak ditemukannya cacat atau diskontinuitas berupa garis (*linier*) dan bundar (*rounded*) sebagaimana yang telah disebutkan pada standar uji penetrant.

DAFTAR PUSTAKA

- Antaqiya, F. M. A., U. Budiarto., dan S. Jokosisworo. 2019. Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60. Jurnal Teknik Perkapalan, 7(4): 334-344.
- Avilla, G., B. Suhendra., dan V. Naubnome. 2023. Analisis Variasi Kuat Arus dan Kelembapan Elektroda pada Pengelasan SMAW Terhadap Cacat Las pada Pengelasan Baja SS400 dengan Metode Non-Destructive Test (NDT) Penetrant Test. Jurnal Kajian Teknik Mesin 8(2): 1-9.
- Efriandi, I. F. 2023. Analysis of Penetrant Test Results of S355J2 Steel Welding Connections for Qualification Welding. Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology, 4(1): 41-

48. Endramawan, T., dan Sifa. A. 2017. Non Destructive Test Dye Penetrant and Ultrasonic on Welding SMAW Butt Joint with Acceptance Criteria ASME Standard. *IOPScience*, 306:1-9.
- Idris, J., dan A. A. I-Bakoosh. 2014. Application of Non-Destructive Testing Techniques for the Assessment of Casting of AA5083 Alloy. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 3(1): 25-34.
- Irwansyah. 2019. Deteksi Cacat pada Material dengan Teknik Pengujian Tidak Merusak. *LENSA*, 2(48): 7-13.
- Joesyiana, K. 2018. Penerapan Metode Pembelajaran Observasi Lapangan (Outdoor Study) pada Mata Kuliah Manajemen Operasional (Survey pada Mahasiswa Jurusan Manajemen Semester III Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Persada Bunda). *PeKA: Jurnal Pendidikan Ekonomi Akutansi FKIP UIR*, 6(2): 90-103.
- Jordi, M., H. Yudo., dan S. Jokosisworo. 2017. Analisa Pengaruh Proses Quenching dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 dengan Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1): 272-281.
- Leksono, S. B., D. T. Gunawan., I. M. O. Handara., R. K. Prabowo., R. N. Sahad., S. Nasution, M., dan R. H. Nasution. 2020. Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Aisi 1020 terhadap Perlakuan Carburizing dengan Arang Batok Kelapa. *Buletin Utama Teknik*, 15(2): 165-173.
- Jack, N., Wondris, E.F., dan Wente, E. F. 2023. Steel. *Encyclopedia Britannica*, <https://www.britannica.com/technology/steel>. Accessed 3 October 2023.
- Reddy, K.A. 2017. Non-Destructive testing, Evaluation of Stainless Steel Materials. *Science Direct*, 4(8): 7302-7312.
- Rosaliza, M. 2015. Wawancara, Sebuah Interaksi dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Ilmu Budaya*, 11(2):71-79.
- Siagian, P. J. H., N. L. Arifin., dan N. Ulfah. 2022. Inspeksi Liquid Penetrant Sambungan Pengelasan SMAW pada Fabrikasi Frame Acid Skid. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*, 4(1): 1-6.
- Sumardani, N. I., N.I. Setiawan., B. W. Nuryadin., dan D. Sumardani. 2020. Defect Analysis of Carbonsteel Pipe Welding Connections Using Non-Destructive Testing with the Penetrant Test Method. *Risenologi (Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, dan Bahasa)*, 5(1): 38-47.
- Wicaksono, Y. G., H. F. Rahmatullah., R. Artika., S. Ismarwanti., R. Sigit. 2022. Simulasi Uji Tak Merusak Pelat Elemen Bakar Pasca Iradiasi Menggunakan Metode Penetrant Test. *Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 28(3): 143- 152.
- Pangaribuan, M. R. 2014. Baja Ringan Sebagai Pengganti Kayu dalam Pembuatan Rangka Atap Banunan Rumah Masyarakat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(4): 648-655.