

**ANALISIS DISTRIBUSI INTENSITAS DYE PENETRANT
UNTUK IDENTIFIKASI ZONA KRITIS RETAKAN PADA
SAMBUNGAN LAS KAKI PENYANGGA INDUSTRI
MENGUNAKAN IMAGEJ**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin



OLEH:

DICKY MAULANA NURKHOLIS

NPM. 2213010078

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Skripsi oleh:

Dicky Maulana Nurkholis

NPM. 2213010078

Judul:

**ANALISIS DISTRIBUSI INTENSITAS DYE PENETRANT
UNTUK IDENTIFIKASI ZONA KRITIS RETAKAN PADA
SAMBUNGAN LAS KAKI PENYANGGA INDUSTRI
MENGUNAKAN IMAGEJ**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada

Panitia Ujian/Skripsi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 29 Juni 2026

Pembimbing I,



Fatkur Rohman, M.Pd., M.T.

NIDN. 0703117603

Pembimbing II,



M. Muslimin Ilham, M.T.

NIDN. 0713088502

Skripsi Oleh:

DICKY MAULANA N

NPM. 2213010078

Judul:

**ANALISIS DISTRIBUSI INTENSITAS DYE PENETRANT
UNTUK IDENTIFIKASI ZONA KRITIS RETAKAN PADA
SAMBUNGAN LAS KAKI PENYANGGA INDUSTRI
MENGUNAKAN IMAGEJ**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi Prodi Teknik Mesin
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal: 16 Juni 2026

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji:

1. Ketua : Fatkur Rohman, M.Pd., M.T.
2. Penguji I : Ah. Sulhan Fauzi, M. Si.
3. Penguji II : M. Muslimin Ilham, M.T.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Sulistiono M.Si

NIDN. 0007076801

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya,

Nama : Dicky Maulana Nurkholis
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/tgl Lahir : Nganjuk, 10 Juli 2003
NPM : 2213010078
Fak/Jur/Prodi : FTIK /Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak tertulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 16 Juli 2026

Yang menyatakan



DICKY MAULANA NURKHOLIS
NPM: 2213010078

MOTTO

“Cara terbaik untuk memprediksi masa depan adalah dengan menciptakannya.”

- Peter Drucker -

Persembahan :

1. Untuk kedua orang tuaku tercinta, yang telah memberi dukungan, doa, serta kasih sayang.
2. Untuk para pembimbing, terima kasih telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Untuk Teman-teman seperjuangan khususnya anak-anak Teknik Mesin Angkatan 22 yang membantu mendukung dalam proses penyusunan skripsi ini

ABSTRAK

Dicky Maulana Nurkholis: Analisis Distribusi Intensitas Dye Penetrant untuk Identifikasi Zona Kritis Retakan pada Sambungan Las Kaki Penyangga Industri Menggunakan Imagej. Skripsi, Teknik Mesin, FTIK UNP Kediri, 2026.

Kata Kunci : Inspeksi material, keretakan, *Liquid Penetrant Test*, *Non-Destructive Testing*, *Spring plate dryer*

Spring plate dryer merupakan salah satu komponen penting pada sistem pengering di PT Petrokimia Gresik yang bekerja pada kondisi beban mekanis dan temperatur operasi tinggi sehingga berpotensi mengalami keretakan akibat kelelahan material maupun tegangan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keretakan yang terjadi pada *spring plate dryer* menggunakan metode *Liquid Penetrant Test* (LPT) sebagai metode *Non-Destructive Testing* (NDT). Pengujian dilakukan melalui tahapan pembersihan permukaan (cleaning), aplikasi cairan penetran, waktu penetrasi (dwell time), pembersihan kelebihan penetran, aplikasi developer, dan interpretasi indikasi retak yang muncul pada permukaan material. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode LPT mampu mengidentifikasi retakan terbuka pada permukaan sambungan las dan area yang mengalami konsentrasi tegangan. Indikasi retakan yang teramati selanjutnya dianalisis berdasarkan bentuk, ukuran, dan lokasi untuk menentukan tingkat keparahan serta potensi kegagalan komponen. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode LPT efektif digunakan sebagai teknik inspeksi dini untuk mendukung program pemeliharaan preventif, meningkatkan keandalan peralatan, serta meminimalkan risiko kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi di PT Petrokimia Gresik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas pekenan-Nya tugas penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini merupakan bagian dari rencana penelitian guna penyusunan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Skripsi dengan judul “**Analisis Distribusi Intensitas Dye Penetrant untuk Identifikasi Zona Kritis Retakan pada Sambungan Las Kaki Penyangga Industri Menggunakan Imagej.**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan skripsi yang sederhana ini tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karenanya pada kesempatan ini rangkaian kata terimakasih yang setulus – tulusnya penulis sampaikan, terkhusus kepada :

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri
2. Dr. Sulistiono, M.Si. Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri
3. Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng. selaku ketua program studi/jurusan Teknik Mesin.
4. Fatkur Rohman, M.Pd., M.T. selaku pembimbing I dalam penulisan skripsi.
5. M. Muslimin Ilham, M.T. selaku pembimbing II dalam penulisan skripsi.
6. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi dan doa demi terselesaikannya skripsi ini.
7. Teman – teman mahasiswa Teknik mesin dan mahasiswa Teknik yang telah mendukung.

Harapan penulis dengan adanya skripsi ini dapat berguna bagi penulis maupun pembaca, oleh karenanya kritik maupun saran sangat diharapkan demi mebenahi serta menyempurnakan skripsi ini.

Kediri, 07 Juli 2026

Dicky Maulana Nurkholis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
C. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
A. Landasan Teori.....	4
B. Penelitian Terdahulu.....	6
C. Kerangka Berpikir.....	7
BAB III.....	10
METODE PENELITIAN	10
A. Desain Penelitian	10
B. Instrumen Penelitian	15
C. Tempat dan Jadwal Penelitian	15
C. Objek Penelitian.....	16
D. Prosedur Penelitian	17
E. Teknik Analisis Data	19
BAB IV	21
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	21
A. Hasil Penelitian.....	21
B. Pembahasan Temuan Hasil Penelitian	31
BAB V	33
PENUTUP.....	33
A. Simpulan	33
B. Implikasi	34
C. Saran	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	15
Tabel 4. 1 Hasil pengolahan citra.....	23
Tabel 4. 2 Klasifikasi Intensitas Dye Penetrant	25
Tabel 4. 3 Identifikasi Zona Kritis Retakan	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	11
Gambar 4. 1 Hasil pengujian Liquid Penetrant Test	21
Gambar 4. 2 Hasil visual pengelasan	29
Gambar 4. 3 Hasil pengujian ulang Liquid Penetrant Test	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Kegiatan Selama proses penelitian.....	42
Lampiran 2. Proses pengukuran intensitas citra pada area terpilih (region of Interst/ROI)	43
Lampiran 3. Proses perhitungan intensitas relative menggunakan Microsoft excel berdasarkan data hasil citra dari aplikasi imageJ	43
Lampiran 4. Surat Keterangan Plagiasi.....	44
Lampiran 5. Lembar Hasil Uji Plagiasi.....	45
Lampiran 6. Kartu Bimbingan	49
Lampiran 7. Berita Acara	50
Lampiran 8. Lembar Revisi.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia industri manufaktur dan kimia, keandalan peralatan menjadi faktor utama dalam menjaga keberlangsungan proses produksi. Salah satu peralatan penting yang sering digunakan adalah *dryer*, yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam suatu material. Pada unit *dryer*, terdapat komponen penting seperti *spring plate* yang berperan dalam menjaga kestabilan mekanisme kerja serta mendukung distribusi beban selama proses operasi berlangsung.

Seiring dengan waktu pemakaian dan beban kerja yang terus-menerus, komponen *spring plate dryer* berpotensi mengalami kerusakan, salah satunya berupa keretakan (*crack*). Keretakan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kelelahan material (*fatigue*), tegangan berlebih (*overstress*), korosi, maupun kesalahan dalam proses manufaktur. Jika keretakan tidak terdeteksi sejak dini, maka dapat menyebabkan kegagalan komponen yang berdampak pada terhentinya proses produksi, kerugian ekonomi, hingga potensi bahaya keselamatan kerja.

Untuk mencegah hal tersebut, diperlukan metode inspeksi yang efektif dan efisien tanpa merusak komponen, salah satunya adalah metode *Non-Destructive Testing* (NDT). Metode yang umum digunakan untuk mendeteksi cacat permukaan adalah *Liquid Penetrant Test* (LPT). Metode ini memanfaatkan kemampuan cairan penetran untuk masuk ke dalam celah atau retakan kecil pada permukaan material melalui gaya kapilaritas, sehingga indikasi keretakan dapat terlihat dengan jelas setelah proses pengujian dilakukan.

Di lingkungan industri seperti PT. Petrokimia Gresik, khususnya pada unit produksi pupuk, keandalan peralatan seperti *spring plate dryer* menjadi sangat krusial dalam menjaga kontinuitas produksi. Oleh karena itu, analisis keretakan menggunakan metode *Liquid Penetrant Test* perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual komponen, mengidentifikasi jenis serta karakteristik keretakan, dan menentukan langkah penanganan yang tepat.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul “Analisis Keretakan pada *Spring Plate Dryer* Menggunakan Metode Liquid Penetrant Test di PT Petrokimia Gresik” guna memberikan gambaran kondisi kerusakan serta upaya pencegahan yang dapat dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi zona kritis retakan berdasarkan intensitas penetran menggunakan program ImageJ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi zona kritis retakan berdasarkan intensitas penetran menggunakan program ImageJ?

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak antara lain:

1. Bagi Industri

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam mengetahui kondisi keretakan pada komponen *spring plate dryer*, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan terkait perbaikan (*repair*) dan perawatan (*maintenance*). Selain itu, penelitian ini juga membantu mengevaluasi efektivitas metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) serta inspeksi *Liquid Penetrant Test* dalam memastikan keandalan komponen setelah perbaikan.

2. Bagi Akademisi

Penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang *Non-Destructive Testing* (NDT) dan teknik pengelasan. Selain itu, dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran maupun penelitian lanjutan yang berkaitan dengan analisis keretakan material.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman praktis dalam melakukan pengujian *Liquid Penetrant Test*, analisis keretakan, serta proses perbaikan menggunakan metode pengelasan SMAW. Selain itu, dapat meningkatkan

pemahaman dalam mengintegrasikan teori dengan praktik di dunia industri.

4. Bagi Keselamatan Kerja

Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mengurangi risiko kegagalan komponen yang dapat membahayakan keselamatan kerja, dengan memastikan bahwa keretakan dapat dideteksi dan diperbaiki secara tepat sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Aji, S., Wibowo, W., Mulyono, T., Adesta, E. Y. T., Geter, A., & Sutjipto, E. (2023). *Effect of Temperature on Penetration of Test Liquid into Boiler Pipe*. 8, 88–94.
- Aqthobirrobbany, A., Rahmasari, F., & Purnamansyah, I. (2025). *ANALISIS SUHU DAN WAKTU TUNGGU CAIRAN PENETRANT DALAM PROSES NDT PADA RIB A320*. 5(4), 995–1008.
<https://doi.org/10.53866/jimi.v5i4.955>
- Bagas, M., & Prayoga, A. (2024). *ANALISA CACAT LAS PADA PLATE BAJA SS400 MENGGUNAKAN*. 4(November), 810–815.
- Chacko, Z., Lucier, G., & Rabiei, A. (2025). Performance of composite metal foams under cyclic loading at elevated temperatures. *Journal of Materials Science*, 60(40), 19184–19203. <https://doi.org/10.1007/s10853-025-11516-y>
- Faiq, M. R. Al, Hastuti, S., & Mulyaningsih, N. (2025). *Defect analysis of butt joint type SMAW welding connection of SS400 steel material using liquid penetrant and ultrasonic test methods*. 7(1), 4–8.
- Ilmiah, J., Mesin, T., & Volume, F. (2025). *ANALISIS PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KETAHANAN FATIGUE BAJA AISI 1045 DENGAN PENGUJIAN ROTARY BENDING JURNAL Ilmiah Teknik Mesin FEMA | Volume 3 , Nomor 2 , Desember 2025*. 3, 1–8.
- Kaveh, H., & Alhajj, R. (2024). *Recent advances in crack detection technologies for structures : a survey of 2022-2023 literature*. July, 1–22.
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1321634>
- Kimia, J. T., & Malang, P. N. (2019). *EVALUASI KINERJA ROTARY DRYER PADA INDUSTRI PUPUK NPK DENGAN KAPASITAS 800 TON / HARI*. 6(9), 82–88.
- Maqbulah, K. A., Author, T., Mesin, T., Teknik, F., Malang, U. M., & Timur, J. (2024). *Analisa Hasil Pengelasan pada Lambung Kapal dengan Metode*

- Penetrant Test*. 3(1), 182–190.
- Patzelt, M., & Ludwig, H. (2022). *Quantification of cracks in concrete thin sections considering current methods of image analysis*. February, 154–159. <https://doi.org/10.1111/jmi.13091>
- Penetrant, L., & Image, T. (2024). 액체 침투탐상검사 이미지에서 용접 결함 검출 기법에 관한 연구 *A Study on the Welding Defect Detection Technique in Liquid Penetrant Test Image*. 1751–1761.
- Rahmatullah, M. & R. (2023). ANALISIS PENGUJIAN METODE LIQUID PENETRANT TESTING BERDASARKAN ACCEPTANCE CRITERIA PENETRANT TESTING PADA KOMPONEN CESSNA 152. 02(01), 24–33.
- Santoro, L., Sesana, R., Molica, R., & Francesca, N. (2023). *Infrared in-line monitoring of flaws in steel welded joints : a preliminary approach with SMAW and GMAW processes*. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12044-2>
- Series, C. (2025). *Study of weld cracking in 06Cr18Ni11Ti flat shoulder joints*. *Study of weld cracking in 06Cr18Ni11Ti flat shoulder joints*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3043/1/012004>
- Sudrajat, R. A., & Akbar, A. (n.d.). *SMAW Welding Detection In Ss400 Steel Materials Using The Liquid Penetrant Test Method [Deteksi Cacat Las SMAW Pada Material Baja SS400 Menggunakan Metode Liquid Penetrant Test]*. 1–6.
- 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*.
- Wilfredo, J., Alvarado, V., Fernando, L., Garcia, C., Neira, M. T., Wilfredo, J., Alvarado, V., Fernando, L., Garcia, C., & Neira, M. T. (n.d.). *Capability of the Liquid Penetrant Method to Detect Defects in Welds Capacidad del Método de Líquidos Penetrantes para Detectar Defectos en Soldadura*. 1–8.
- Yunianto, B., & Wicaksana, P. (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. 25(2), 54–60.

Zaki, A. (2024). *Evaluasi Metode Perbaikan Grouting dengan Metode Non Destructive Test (NDT): Review Komprehensif Tren Penelitian 2013-2023.* 76–84. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.22-2.1639>