

Analisa Cacat Las Pipa Pembakaran Boiler dengan Metode PAUT (*Phased Array Ultrasonic Testing*)

Mochammad Amir Syarifuddin*, Ali Akbar

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstrak: Analisa ini membahas mengenai pengujian *Ultrasonic Testing* terhadap lasan pipa pembakaran Boiler. Penelitian *Ultrasonic Testing* berfungsi untuk mengetahui kecacatan yang terdapat pada bagian lasan. Terdapat rumusan masalah yang akan dibahas oleh peneliti yaitu adakah kecacatan atau porositas pada las pipa saluran pembakaran yang diuji dengan *Ultrasonic Testing*?. Metode pengujian *Ultrasonic Testing* menggunakan standar ASME section V article 4 yang digunakan untuk pengujian *Ultrasonic Testing* menggunakan probe jenis cobra dengan merk Doppler dengan nomer seri QA002FAA078. Pengujian ini dilakukan di PT. Lontar Papyrus Pulp & Paper Industry, Jabung Barat, Jambi. Hasil dari pengujian +700 pipa saluran pembakaran, penguji hanya mengambil satu contoh yaitu join nomer 28 original dan 28 after repair. Maka hasil dari analisa dapat dikatakan *accept* atau *rejectnya* lasan dilihat dari banyak porositas atau kecacatan yang perlu di las ulang.

Kata Kunci: Analisa, Cacat Las Pipa Pembakaran, Boiler, *Phased Array Ultrasonic Testing*

DOI:

<https://doi.org/10.47134/innovative.v3i1.95>

*Correspondence: Mochamad Amir Syarifuddin

Email: amirsyaa10@gmail.com

Received: 01-01-2024

Accepted: 15-02-2024

Published: 31-03-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: This analysis discusses ultrasonic testing of boiler combustion pipe welds. Ultrasonic Testing research serves to determine the defects contained in the weld. There is a formulation of the problem that will be discussed by the researcher, namely 1) Is there any defect or porosity in the welding of combustion line pipes tested by Ultrasonic Testing?. The Ultrasonic Testing test method uses the ASME section V article 4 standard which is used for Ultrasonic Testing using a cobra type probe with the Doppler brand with the series number QA002FAA078. This test is carried out at PT. Lontar Papyrus Pulp & Paper Industry, Jabung Barat, Jambi. As a result of testing +700 combustion pipelines, the tester took only one example, namely join number 28 original and 28 after repair. So the results of the analysis can be said to accept or reject the weld as seen from the many porosities or defects that need to be re-welded.

Keywords: Analysis, Defects in Welded Pipe Burners, Boiler, *Phased Array Ultrasonic Testing*

Pendahuluan

Pengujian NDT (*Non Destructive Testing*) adalah pengujian yang sering dilakukan untuk pengujian kualitas suatu produk (ASME, 2003). Kualitas produk merupakan sesuatu yang penting karena nilai dan unjuk kerja produk yang diharapkan oleh konsumen harus dipenuhi, suatu produk harus memenuhi persyaratan dan ekonomis (Castro, 2024; Kim, 2024; Sudharsan, 2024; Endramawan, 2017). NDT (*Non Destructive Testing*) adalah salah satu metode yang dapat menjamin kualitas suatu produk (Opačić, 2024; Bajgholi, 2023; LUO, 2023; Nicolson, 2023). Pengujian NDT (*Non Destructive Testing*) dimulai dari fabrikasi, instalasi, in service dan paksa operasi. Ada beberapa metode NDT (*Non Destructive Testing*) yang telah dikenal yaitu: *Magnetic Particle Testing* (MT), *Liquid Penetrant Testing* (PT), *Eddy Current Testing* (ET), *Radiographic Testing* (RT), dan *Ultrasonic Testing* (UT) (Piao, 2023; Rahman, 2023; Seo, 2023; Romanishin, 2018). Kelima metode NDT tersebut digunakan untuk jenis, lokasi dan ukuran cacat (*Defect*) pada material atau komponen, dan setiap metode mempunyai keterbatasan dan kelebihan masing-masing. Sehingga dalam setiap pemeriksaan material atau komponen diperlukan suatu pengetahuan yang memadai dalam pemilihan metode yang tepat agar dapat menghasilkan pengujian yang optimal (Sharma, 2018; Debora, 2013).

Dalam pengujian ini, kita akan menggunakan metode *Ultrasonic Testing* (UT) yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui cacat permukaan (*Surface*) dan permukaan bawah (*Subsurface*) suatu komponen dari material (Bezza, 2016). Dengan menggunakan prinsip gelombang *ultrasonic* yang dipantulkan dan dibiaskan oleh permukaan batas antara dua bahan yang berbeda (C. He, 2016). Dari sifat pantulan tersebut dapat ditentukan tebal bahan, lokasi cacat serta ukuran cacat. Cacat yang mudah dideteksi oleh gelombang *ultrasonic* adalah cacat yang tegak lurus terhadap arah rambatan gelombang karena cacat tersebut mudah memantulkan kembali gelombang untuk diterima oleh *probe* (Lalitha, 2015). Dalam penggunaannya *probe* dapat dikontakan langsung dapat pula dengan teknik rendam (*immersion* teknik) dimana jarak antara *probe* dan benda kerja cukup jauh sehingga *couplant* cukup tebal, misal *probe* dan benda uji direndam di dalam bak berisi *couplant* (NDT, 2015). *Couplant* harus secara efektif membasahi kedua permukaan *probe* dan benda uji, karena apabila antara *probe* dan benda uji terdapat udara maka hampir 100% gelombang suara akan dipantulkan kembali ke dalam *probe* dan akan lebih banyak menyebar dibandingkan fokus kepada diskontinuitas benda (Y. He, 2014). *Eddy Current Testing* adalah salah satu pengujian NDT dengan menggunakan kumparan yang dialiri listrik. Pengujian ini biasanya digunakan untuk mendeteksi cacat material berbahan logam dan juga berbahan komposit konduktif (Ebhot, 2016). Proses pengujian *Eddy Current* ini dengan menggunakan koil (kumparan) yang dialiri arus listrik AC akan menghasilkan medan magnet. *Eddy Current* ini memiliki dasar yang terkandung dalam hukum faraday dimana elektromagnetik yang memprediksi dengan rangkaian listrik untuk menghasilkan gaya gerak listrik. Perbedaan koil (*probe*) akan berpengaruh pada pembacaan akurasi cacat pada material (Tiedemann,

2018). Penelitian ini bertujuan untuk membahas lebih lanjut mengenai pengecekan cacat lasan pipa saluran pembakaran pada Bioler.

Metode

Ultrasonic Testing menggunakan media gelombang *Ultrasonic* (gelombang suara) yang mempunyai frekuensi tinggi >20 Khz (Siswanto, 2018). *Ultrasonic Testing* dapat digunakan untuk mendeteksi dimensi benda kerja dan kecacatan atau porositas pada benda kerja (*Specimen*) (Mongja, 2017). Komponen yang digunakan dalam pengujian yaitu gelombang penerima, *tranducer*, dan perangkat layar (Johnson, 2019). Untuk mengetahui adanya cacat atau porositas dalam benda uji, pengujian *Ultrasonic* dapat dilakukan dengan tiga teknik yaitu teknik resonansi, teknik transmisi dan teknik gema (Kendarnath, 2017). Teknik gema adalah teknik yang sering digunakan di perusahaan teknik atau perkilangan minyak dan untuk mengetahui kecacatan pada benda kerja dapat dilihat dari kecepatan amplitude gelombang dan waktu cepat rambat yang diterima oleh *probe* (Kamaraj, 2017).

Hasil dan Pembahasan

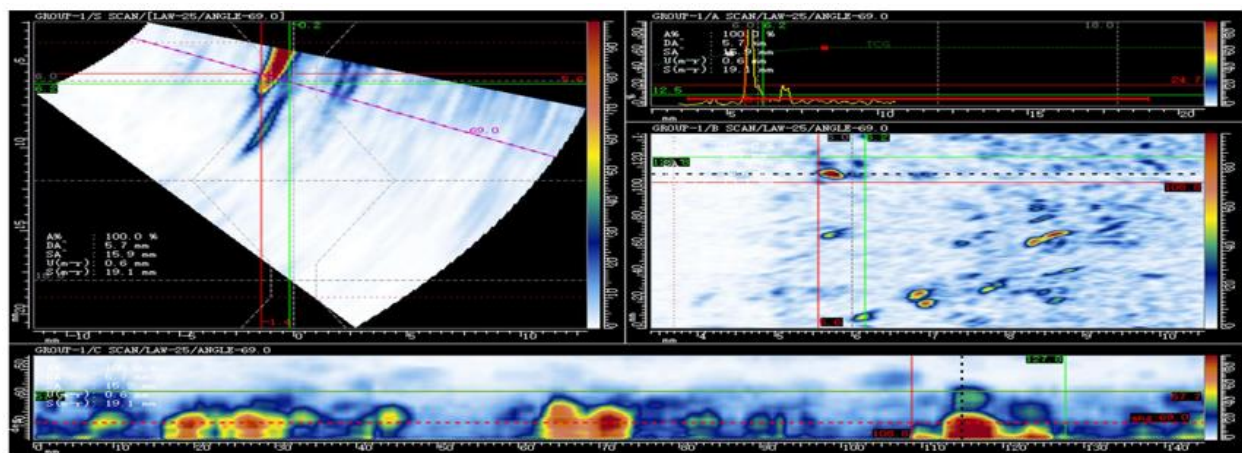
A. Hasil Pengujian *Ultrasonic Testing*

Pada penelitian ini terdapat cacat-cacat yang dihasilkan dari proses pengelasan, sehingga perlu dilakukan pengujian. Pengujian tersebut untuk mengetahui apakah dari proses pengelasan tersebut terdapat cacat yang dihasilkan selama proses pengelasan pipa saluran pembakaran tersebut. Berikut data hasil pengujian *Ultrasonic Testing*.

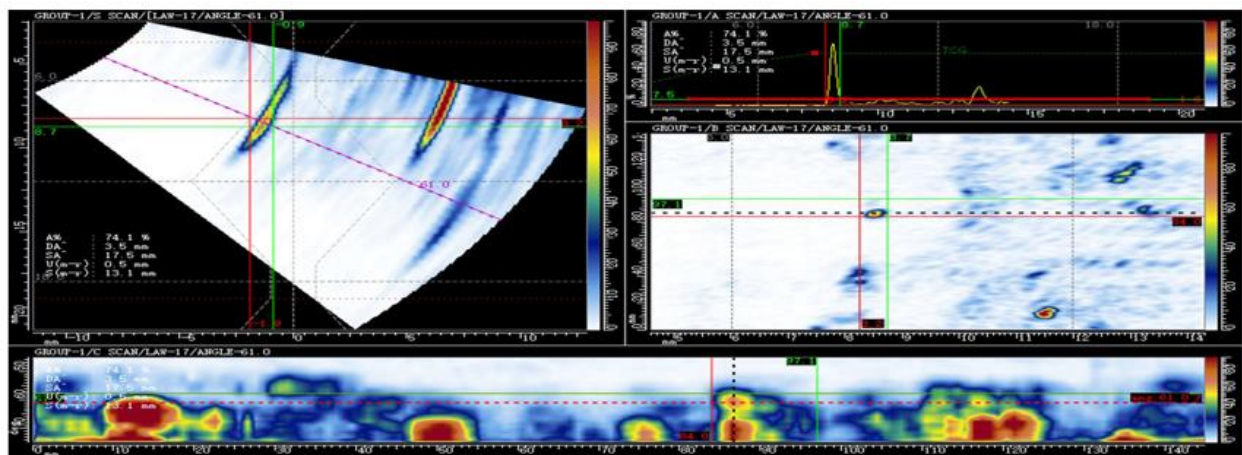
Tabel 1. Data hasil pengujian *Ultrasonic Testing* original

Line No	Joint No	Acc	Repair	Type	Remarks
MINI HEADER EL 4	1.1	V	-	-	-
	2.1	V	-	-	-
	3.1	V	-	-	-
	4.1	V	-	-	-
	5.1	V	-	-	-
	6.1	V	-	-	-
	7.1	V	-	-	-
	8.1	V	-	-	-
	9.1	-	X	IP	Incomplete Penetration
	10.1	V	-	-	-
	11.1	-	X	LOSWF	Lack Of Side Wall Fusion
	12.1	V	-	-	-
	13.1	V	-	-	-
	14.1	-	X	LOSWF	Lack Of side Wall Fusion

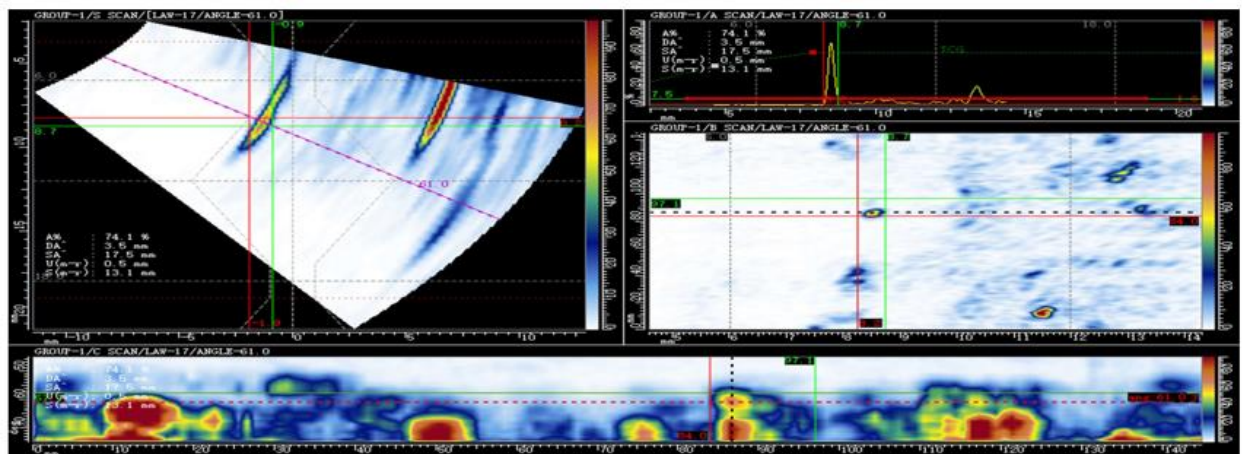
Pada tahap pengujian *Ultrasonic Testing* original ditemukan cacat lasan pada *joint* no 9.1, 11.1 dan 14.1 dengan catatan seperti pada tabel di atas. Berikut gambar hasil pengujian *joint* no 9.1, 11.1 dan 14.1 (Debora, 2013).



Gambar 1. Data *joint* no 9.1



Gambar 2. Data *joint* no 11.1



Gambar 3. Data *joint* no 14.1

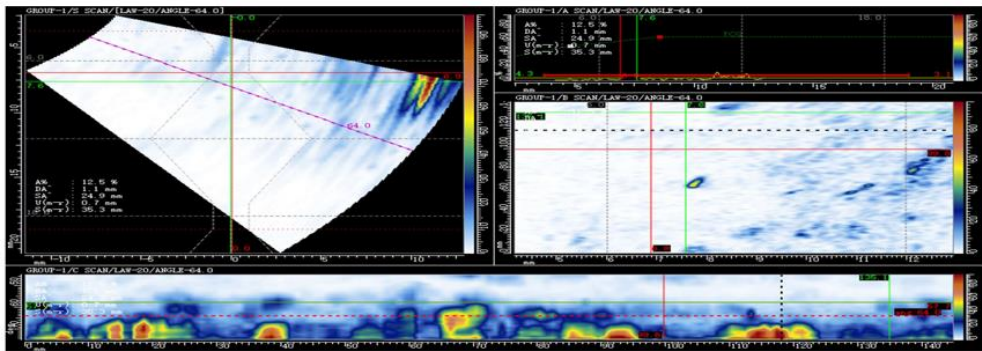
B. Data Hasil Pengujian *Ultrasonic Testing After Repair*

Data dari hasil pengujian *Ultrasonic Testing After Repair* pada joint no 9.1, 11.1 dan 14.1 (Bezza, 2016).

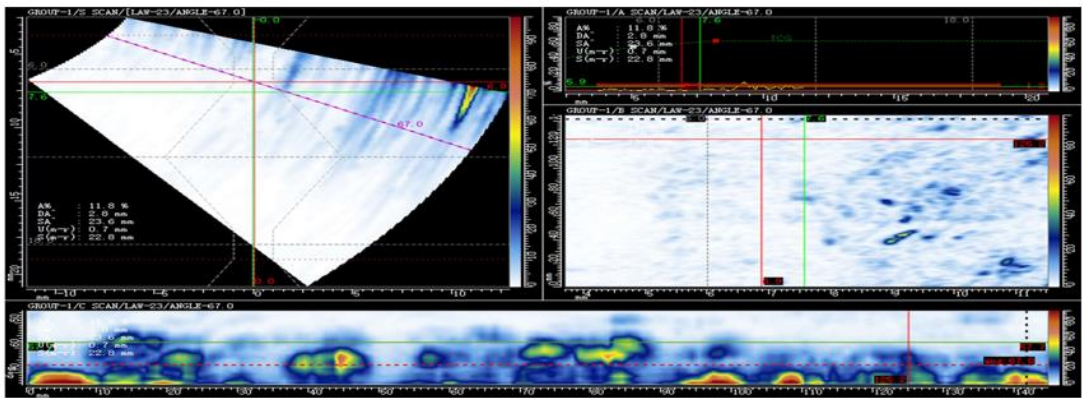
Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Ultrasonic Testing After Repair*

Line No	Joint No	Acc	Repair	Type	Remarks
MINI HEADER EL 4	9.1	V	-	-	-
AFTER REPAIR	11.1	V	-	-	-
	14.1	V	-	-	Root Profile

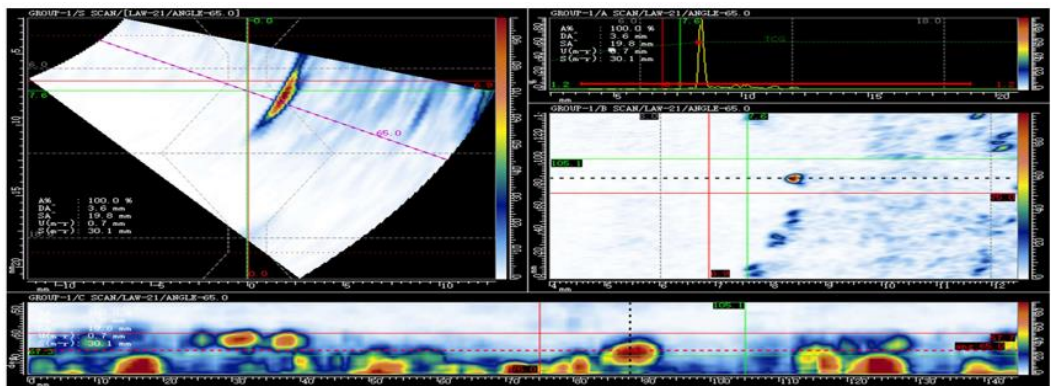
Berikut hasil dari pengujian *Ultrasonic Testing After Repair* pada joint no 9.1, 11.1 dan 14.1



Gambar 4. Data joint no 9.1 *After Repair*



Gambar 5. Data joint no 11.1 *After repair*



Gambar 6. Data joint no 14.1 *After repair*

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu cacat lasan juga dapat dipengaruhi dari kotoran debu, percikan lasan dan kotoran lainnya yang dapat membuat cacat hasil lasan ataupun porositas yang berbentuk klaster. Jadi itu juga perlu diperhatikan selama pengelasan untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

Daftar Pustaka

- ASME. (2003). *ASME Boiler and Pressure Vessel Code*. ASME.
- Bajgholi, M. E. (2023). Total focusing method applied to probability of detection. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 126(7), 3637–3647. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-11328-x>
- Bezza, A. (2016). Remarks on Defect Detection in a Two-Dimensional Structure with Welded Joints. *HAL*.
- Castro, E. R. (2024). Weld Qualification of the Cold Mass of the Superconducting Quadrupoles Magnets (MQXF) for the HL-LHC Project. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 34(3), 1–4. <https://doi.org/10.1109/TASC.2024.3353137>
- Debora. (2013). *Pengukuran Ketebalan Serta Posisi Cacat pada Sampel Carbon Steel dan Stainless Steel Dengan Metode Ultrasonic Testing*.
- Ebhota, W. S. (2016). Centrifugal Casting Technique Baseline Knowledge, Applications, and Processing Parameters: Overview. *Zeitschrift Für METALLKUNDE*.
- Endramawan, T. (2017). Non Destructive Test Dye Penetrant and Ultrasonic on Welding SMAW Butt Join with Acceptance Criteria ASME Standard. *IOP Publishing*.
- He, C. (2016). Design and Fabrication of Air-Based 1-3 Piezoelectric Composite Transducer for Air-Coupled Ultrasonic Applications. *Hindawi*.
- He, Y. (2014). Non-Destructive Testing of Low-Energy Impact in CFRP Laminates and Interior Defects in Honeycomb Sandwich Using Scanning Pulsed Eddy Current. *ELSEVIER*.
- Johnson. (2019). How and Why We Need to Capture Tacit Knowledge in Manufacturing: Case. *Applied Ergonomics*, 1–9.
- Kamaraj, A. B. (2017). Experimental Study on the Porosity of Electrochemical Nickel Deposits. *ELSEVIER*.
- Kendarnath, G. (2017). Fatigue Surface Crack Detection by Using Fluorescent Dye Penetrant Test Technique on Welded Engineering Service Components. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*.
- Kim, Y. H. (2024). Automated data evaluation in phased-array ultrasonic testing based on A-scan and feature training. *NDT and E International*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2023.102974>
- Lalitha, G. (2015). Experimental Study on Non-Destructive Testing Techniques (NDTT). *International Journal of Engineering Research and General Science*.
- LUO, Z. (2023). Enhanced ultrasonic total focusing imaging of CFRP corner with ray theory-based homogenization technique. *Chinese Journal of Aeronautics*, 36(1), 434–443. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2022.09.010>

- Mongja. (2017). Evaluation on Use of Industrial Radiography for Weld Joints Inspection in Tanzania. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*.
- NDT. (2015). *Guidance Document: An Introduction to NDT Common Methods*. Roll-Royce.
- Nicolson, E. (2023). Dual-tandem phased array method for imaging of near-vertical defects in narrow-gap welds. *NDT and E International*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2023.102808>
- Opačić, M. F. (2024). Risk Assessment of Pressure Vessels by Using Fracture Mechanics and Advanced Ultrasonic Testing. *Tehnicki Vjesnik*, 31(1), 118–124. <https://doi.org/10.17559/TV-20230227000386>
- Pahleviannur, M. R. (2022). *Penentuan Prioritas Pilar Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Pena Persada.
- Pahleviannur, M. R., Ayuni, I. K., Widiastuti, A. S., Umaroh, R., Aisyah, H. R., Afiyah, Z., Azzahra, I., Chairani, M. S., Dhafita, N. A., & Rohmah, N. L. (2023). Kerentanan Sosial Ekonomi terhadap Bencana Banjir di Hilir DAS Citanduy Bagian Barat Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Media Komunikasi Geografi*, 24(2), 189–205.
- Piao, G. (2023). Phased array ultrasonic imaging and characterization of adhesive bonding between thermoplastic composites aided by machine learning. *Nondestructive Testing and Evaluation*, 38(3), 500–518. <https://doi.org/10.1080/10589759.2022.2134365>
- Rahman, M. S. U. (2023). Inspection of thick composites: a comparative study between microwaves, X-ray computed tomography and ultrasonic testing. *Nondestructive Testing and Evaluation*. <https://doi.org/10.1080/10589759.2023.2287071>
- Romanishin, R. I. (2018). Processing of Backscattered Signal in Ultrasonic Testing. *Pleiades Publishing*, 395–396.
- Seo, D. (2023). An Experimental Study on Defect Detection of Anchor Bolts Using Non-Destructive Testing Techniques. *Materials*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/ma16134861>
- Sharma, A. (2018). Ultrasonic Testing for Mechanical Engineering Domain: Present and Future Perspective. *International Journal of Research in Industrial*.
- Siswanto, R. (2018). *Analisis Porositas Panduan AL-12.6\% Si Dengan Variasi Waktu Tunggu Dalam Cetakan Dan Media Pendingin Hasil Pengecoran Evaporative*.
- Sudharsan, P. L. (2024). Multi modal data fusion of PAUT with thermography assisted by Automatic Defect Recognition System (M-ADR) for NDE Applications. *NDT and E International*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2024.103062>
- Tiedemann. (2018). *Integrating Sensors in Casting Made Aluminum-New Approach for Direct Sensor Integration in Gravity Die Casting*.