



Upaya mengurangi *repair* pada hasil pengelasan di *Welding School* PT XYZ menggunakan metode *Fishbone Diagram* dan *5W+1H*

Mas Tangguh Afritza Satya D^{1✉}, Dira Ernawati¹

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.39430

✉ Corresponding author:
[tangghost.a@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Fishbone diagram;</i> <i>Kualitas;</i> <i>Pengelasan;</i> <i>5W+1H;</i></p>	<p>PT XYZ merupakan perusahaan penyedia jasa ladang minyak yang telah berhasil mencapai standar kualitas pengelasan yang tinggi sesuai dengan persyaratan internasional. Salah satu program yang ada di PT XYZ untuk meningkatkan kualitas las adalah Welding School. Tujuan utama welding school adalah menghasilkan welder yang berkompeten dan mampu menghasilkan lasan yang berkualitas. Namun, pada saat inspeksi hasil pengelasan, masih ditemukan adanya cacat porosity sehingga harus dilakukan repair. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab faktor-faktor cacat porosity menggunakan metode Fishbone Diagram. Hasil penelitian menjelaskan bahwa cacat porosity pada hasil pengelasan disebabkan oleh lima faktor diantaranya yaitu faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor material dan faktor lingkungan. Selanjutnya diberikan rekomendasi perbaikan menggunakan metode 5W+1H agar dapat digunakan pada welding school PT XYZ sebagai acuan untuk mengurangi repair pada hasil pengelasan.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Fishbone Diagram;</i> <i>Quality;</i> <i>Welding;</i> <i>5W+1H;</i></p>	<p>Abstract</p> <p>PT XYZ is an oil field service provider company that has succeeded in achieving high welding quality standards in accordance with international requirements. One of the programs at PT XYZ to improve welding quality is the Welding School. The main goal of welding school is to produce welders who are competent and able to produce quality welds. However, when inspecting the welding results, porosity defects were still found so repairs had to be carried out. The aim of this research is to identify the causes of porosity defect factors using the Fishbone Diagram method. The research results explain that porosity defects in welding results are caused by five factors, namely human factors, machine factors, method factors, material factors and environmental factors. Next, recommendations for</p>

improvements using the 5W+1H method are given so that they can be used at the PT XYZ welding school as a reference for reducing repairs on welding results.

1. INTRODUCTION

Ditengah persaingan industri yang semakin ketat, kualitas menjadi indikator penting bagi perusahaan untuk tetap eksis, bertahan, dan berkembang. Perusahaan yang mampu bersaing dan mempertahankan keberlangsungan bisnisnya pada umumnya memiliki program khusus yang berfokus pada kualitas. Program tersebut berperan dalam membantu perusahaan secara efektif mengurangi jumlah produk cacat. Kegiatan pengendalian kualitas memiliki hubungan erat dengan standar kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Tujuan utama pengendalian kualitas adalah meminimalkan cacat produk, memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas perusahaan, serta mencegah produk cacat sampai ke tangan konsumen. Oleh karena itu, agar kualitas produk tetap sesuai dengan standar, perusahaan perlu menjalankan pengendalian dan pengawasan yang intensif dan berkelanjutan, termasuk Quality Control yang ketat terhadap seluruh aspek produk, mulai dari bahan baku hingga proses produksinya (Saryanto et al., 2024)

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan penyedia jasa ladang minyak yang berkecimpung di bidang EPCI (Engineer, Procurement, Construction, Installation). PT XYZ sebagai perusahaan yang bergerak di sektor konstruksi *platform offshore*, telah berhasil mencapai standar kualitas pengelasan yang tinggi sesuai dengan persyaratan internasional seperti ASME dan API. Pengelasan (*welding*) merupakan proses teknik yang digunakan untuk menyambung dua buah metal dengan melelehkan sebagian metal dasar dan metal pengisi, baik dengan tekanan maupun tanpa tekanan. Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutsche Industrie Normen*), pengelasan adalah proses pengikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilakukan dalam kondisi cair. Dengan kata lain, pengelasan adalah metode penyambungan beberapa material menggunakan energi panas. Proses ini juga dapat diartikan sebagai penyambungan dua logam hingga mencapai titik rekristalisasi, dengan atau tanpa bahan tambahan, menggunakan panas untuk mencairkan material yang disambung. Selain itu, pengelasan juga diartikan sebagai ikatan permanen pada logam atau benda yang dipanaskan (Pratama et al., 2020). Pengendalian kualitas adalah teknik penting yang perlu diterapkan mulai dari tahap pra-produksi, selama proses produksi, hingga tahap akhir yang menghasilkan produk jadi. Tujuan pengendalian kualitas adalah memastikan produk barang atau jasa memenuhi standar yang telah ditetapkan dan direncanakan, memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai, serta mempertahankan kualitas yang sudah sesuai standar. Untuk menghasilkan produk berkualitas, perusahaan harus merencanakan dan mengelola proses secara efektif, terus meningkatkan mutu produk, serta mengoptimalkan biaya produksi (Adi Juwito & Ari Zaqi Al-Faritsy, 2022). Kualitas pengelasan merupakan faktor kritis dalam industri konstruksi, karena secara langsung berdampak pada keselamatan, kehandalan, dan umur pakai struktur dan pipa. Salah satu program yang ada di PT XYZ untuk meningkatkan kualitas las adalah *Welding School*. Tujuan utama *welding school* adalah menghasilkan welder yang berkompeten dan mampu menghasilkan lasan yang berkualitas. Melalui pelatihan yang komprehensif, *welding school* memberikan pengetahuan dan keterampilan teknis kepada calon juru las. Materi yang diajarkan meliputi berbagai jenis pengelasan, pemilihan bahan, prosedur kerja yang benar, hingga inspeksi kualitas las. Namun, pada saat inspeksi hasil pengelasan menggunakan *Radiography Testing* (RT) oleh QC *welding inspector* dan NDT, masih ditemukan adanya cacat porosity sehingga harus melakukan *repair*.

Penyebab cacat las dapat berasal dari kesalahan prosedur pengelasan, persiapan yang kurang optimal, atau penggunaan peralatan dan bahan habis pakai (*consumable*) yang tidak sesuai dengan standar. Menurut Achmadi, cacat las terbagi menjadi dua jenis, yaitu cacat internal (terletak di dalam hasil lasan) dan cacat visual (terlihat di permukaan atau dapat diamati dengan mata) (Yunianto et al., 2023). Pengujian radiografi adalah metode Non-Destructive Test (NDT) yang menggunakan sinar-X atau sinar gamma untuk mendeteksi dan menganalisis berbagai jenis cacat pada las. Dalam proses ini, sinar-X dilewatkan melalui material yang diuji, di mana sebagian energinya diserap oleh material tersebut, sehingga mengurangi intensitas sinar yang diteruskan. Intensitas akhir kemudian direkam menggunakan film sensitif. Jika material memiliki cacat, intensitas yang terekam pada film akan menunjukkan variasi berbeda, sehingga cacat dapat teridentifikasi. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya mendeteksi cacat baik di permukaan maupun di bawah permukaan, serta fleksibilitasnya untuk digunakan pada berbagai jenis material (Putra & Abizar, 2023).

Repair pengelasan mengakibatkan penambahan waktu dan biaya karena memerlukan tenaga tambahan, material, serta pengujian kualitas ulang untuk memastikan hasil pengelasan memenuhi standar yang ditetapkan. Adapun gambar cacat porosity dari hasil Radiography Testing adalah sebagai berikut.



Gambar 1.1 Cacat porosity

Untuk mengurangi terjadinya perbaikan pada pengelasan, diperlukan analisis mendalam terhadap faktor-faktor penyebabnya dengan menggunakan fishbone diagram serta rekomendasi perbaikan berdasarkan metode 5W+1H. Fishbone Diagram, juga dikenal sebagai diagram tulang ikan atau diagram sebab-akibat, adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab spesifik dari suatu masalah. Diagram ini pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1968. Bentuknya menyerupai tulang ikan, di mana "kepala ikan" mewakili masalah yang perlu diselesaikan, sedangkan "tulang-tulang" yang bercabang menggambarkan berbagai faktor penyebab dari yang utama hingga yang lebih rinci. Fishbone diagram adalah metode yang membantu mengidentifikasi dan memecahkan masalah melalui analisis hubungan sebab-akibat yang digambarkan dalam diagram berbentuk tulang ikan. Metode ini dipilih karena keunggulannya dalam merinci setiap masalah yang muncul, sekaligus melibatkan semua pihak terkait untuk memberikan masukan yang mungkin menjadi sumber permasalahan (Ahadya Silka Fajarianie & Khairi, 2022). Sedangkan, metode 5W+1H adalah teknik analisis yang digunakan untuk menentukan tindakan pencegahan terhadap setiap akar masalah. Metode ini melibatkan serangkaian pertanyaan, yaitu: what (apa), who (siapa), where (di mana), when (kapan), why (mengapa), dan how (bagaimana) (Nursyahbani et al., 2023).

2. METHODS

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh data dalam penulisan artikel ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi lapangan yaitu pengamatan secara langsung di welding school PT XYZ, dimana penulis mengamati proses pengelasan baik sebelum, saat dan sesudah pengelasan dan mengambil dokumentasi serta mencatat data-data yang diperlukan.
2. Wawancara dengan melakukan tanya jawab secara informal bersama QC *Welding Inspector*, *Foreman*, *Welding Engineer* dan para *welder* untuk mengetahui pengalaman mereka saat bekerja, masalah yang dihadapi dan masalah yang sering terjadi, hingga bagaimana melakukan perbaikan pada saat proses pengelasan sedang berlangsung.

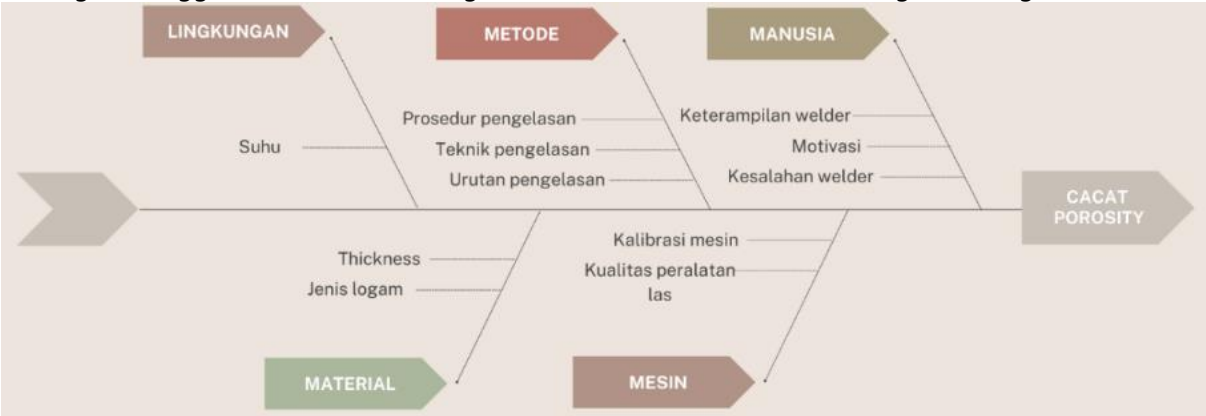
Tahap Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode *fishbone diagram* yang dirancang untuk membantu individu atau organisasi menganalisis permasalahan hingga ke akar penyebabnya. Untuk memudahkan penggunaannya, *Ishikawa fishbone diagram* mengelompokkan faktor penyebab masalah ke dalam lima kategori utama: manusia (*man*), metode (*method*), alat (*tool*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*) (Widnyana et al., 2022). dan dibantu dengan langkah perbaikan berupa 5W+1H. Unsur 5W+1H digunakan untuk menganalisis dan menjelaskan suatu situasi atau kejadian dengan mengajukan enam pertanyaan: apa, mengapa, di mana, kapan, siapa, dan bagaimana (*What, Why, Where, When, Who, dan How*). Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan terstruktur mengenai peristiwa atau kondisi tertentu (Ismail & Setiafindari, 2023). Adapun langkah-langkah (*flowchart*) dalam melakukan penelitian ini adalah:

3. RESULT AND DISCUSSION

Fishbone Diagram

Berdasarkan inspeksi yang dilakukan menggunakan *Radiography Testing* (RT) dapat ditentukan bahwa cacat *porosity* pada hasil pengelasan merupakan permasalahan yang perlu dilakukan perbaikan dan pencegahan karena jenis cacat ini tidak memenuhi standar ASME dalam kualifikasi *welder*. Untuk melakukan identifikasi dan mempermudah mengetahui faktor penyebab yang memiliki hubungan keterkaitan sebab-akibat, maka dilakukan analisa dengan menggunakan alat bantu diagram sebab-akibat atau fishbone diagram sebagai berikut:



Gambar 4.1 Fishbone Diagram Cacat Porosity

Berdasarkan gambar diagram sebab-akibat diatas dapat diketahui cacat *porosity* pada hasil pengelasan disebabkan oleh lima faktor diantaranya yaitu manusia, mesin, metode, material dan lingkungan.

1. Faktor Manusia
Cacat *porosity* yang disebabkan oleh faktor manusia terjadi karena kurangnya keterampilan welder, kurangnya motivasi dan kesalahan welder itu sendiri.
2. Faktor Mesin
Cacat *porosity* yang disebabkan oleh faktor mesin terjadi karena terlambat kalibrasi mesin dan kualitas peralatan las yang buruk.
3. Faktor Metode
Cacat *porosity* yang disebabkan oleh faktor metode terjadi karena tidak mengikuti prosedur pengelasan, kesalahan dalam teknik pengelasan dan urutan pengelasan.
4. Faktor Material
Cacat *porosity* yang disebabkan oleh faktor material terjadi karena *thickness* dan jenis logam yang tidak sesuai.
5. Faktor Lingkungan
Cacat *porosity* yang disebabkan oleh faktor lingkungan terjadi karena suhu awal atau suhu ruangan yang tidak sesuai.

5W+ 1H

Setelah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan yang teridentifikasi pada diagram sebab-akibat diatas, maka dilanjutkan pada tahap perbaikan untuk mengurangi *repair* pada hasil pengelasan di welding school. Berikut ini adalah langkah yang digunakan menggunakan metode 5W + 1H

Table 4.1. 5W+1H Faktor Manusia

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
Manusia	Keterampilan welder	Menghasilkan hasil las yang berkualitas dan meminimalisir cacat <i>porosity</i> pada hasil las	Welding School	Sebelum melakukan proses pengelasan	Manajemen dari PT.XYZ	Berikan pelatihan rutin dan pastikan welder memiliki sertifikasi yang sesuai untuk meningkatkan keterampilan teknis
	Kurangnya motivasi	Meningkatkan produktivitas, kualitas pekerjaan, serta mengurangi tingkat	Welding School	Sebelum melakukan proses pengelasan	Welder dan QC Welding	Berikan insentif atau penghargaan kepada welder berprestasi untuk meningkatkan semangat

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
		kesalahan				kerja
	Kesalahan welder	Agar tidak terjadi kurangnya pemahaman terhadap proses pengelasan	Welding School	Sebelum melakukan proses pengelasan	Welder	Pastikan welder memahami prosedur pengelasan yang benar dan standar kualitas yang diharapkan

Table 4.2. 5W+1H Faktor Mesin

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
Mesin	Kalibrasi mesin	Menjaga presisi, konsistensi dan hasil las yang berkualitas	Welding School	Dilakukan secara berkala sesuai jadwal	QC Calibration	Tetapkan jadwal kalibrasi mesin secara berkala untuk memastikan mesin tetap akurat dan sesuai dengan standar operasional
	Kualitas peralatan las	Memastikan hasil pengelasan lebih rapi, kuat, dan sesuai standar	Welding School	Setiap kali sebelum, selama dan setelah proses pengelasan	Asset	Lakukan inspeksi alat secara berkala untuk memastikan semua peralatan dalam kondisi baik dan berfungsi optimal selama proses pengelasan

Table 4.3. 5W+1H Faktor Metode

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
Metode	Prosedur pengelasan	Menjamin hasil yang konsisten, aman dan sesuai dengan spesifikasi teknis	Welding School	Saat melakukan proses pengelasan	Welder	Melalui panduan kerja yang terdokumentasi, pelatihan dan instruksi yang diberikan kepada welder sebelum memulai pekerjaan
	Teknik pengelasan	Teknik pengelasan yang tepat berpengaruh langsung pada kekuatan, ketahanan dan tampilan akhir dari hasil pengelasan	Welding School	Saat melakukan proses pengelasan	Welder	Memilih teknik pengelasan yang sesuai untuk jenis bahan, ketebalan serta kualifikasi khusus untuk menguasai teknik yang diperlukan
	Urutan pengelasan	Mencegah distorsi, ketegangan, dan potensi cacat pada hasil las	Welding School	Saat melakukan proses pengelasan	Welder	Mengikuti rencana kerja yang telah dibuat, seperti pengelasan dari tengah ke luar atau dari bawah ke atas, tergantung pada desain dan kebutuhan

Table 4.4. 5W+1H Faktor Material

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
Material	Thickness	material yang terlalu tebal atau tipis memerlukan pengaturan teknik yang berbeda karena berpengaruh pada kualitas las	Welding School	Pada tahap persiapan	Welding Engineer	Dengan memilih parameter pengelasan yang sesuai, seperti pengaturan arus, kecepatan dan teknik pengelasan untuk memastikan penetrasi yang tepat dan sambungan yang kuat

						tanpa distorsi atau kerusakan
	Jenis logam	Mempengaruhi kompatibilitas pengelasan, pengaturan suhu, serta kekuatan dan ketahanan hasil las	<i>Welding School</i>	Pada tahap persiapan	<i>Welding Engineer</i>	Memilih teknik pengelasan yang tepat, bahan pengisi yang sesuai dan pengaturan panas yang sesuai untuk jenis logam yang digunakan serta melakukan tes untuk memastikan hasil pengelasan yang optimal

Table 4.5. 5W+1H Faktor Lingkungan

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
Lingkungan	Suhu	Kondisi yang optimal bagi kualitas sambungan las	<i>Welding School</i>	Sebelum dan selama proses pengelasan	<i>Foreman Welder</i>	Dengan menyesuaikan teknik pengelasan, pemanasan awal (<i>preheating</i>) atau perlakuan panas setelah pengelasan (<i>post-weld heat treatment</i>) serta menyesuaikan kecepatan dan intensitas arus las untuk mengimbangi pengaruh suhu lingkungan

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada *Welding School* PT XYZ, diketahui bahwa cacat *porosity* adalah jenis cacat yang pernah terjadi, maka dilakukan analisis faktor-faktor penyebab menggunakan *fishbone diagram* serta rekomendasi perbaikannya menggunakan metode 5W+1H. Sehingga dapat disimpulkan cacat *porosity* pada hasil pengelasan disebabkan oleh lima faktor diantaranya yaitu faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan. Pada faktor manusia seperti keterampilan welder dapat diperbaiki dengan memberikan pelatihan rutin dan pastikan welder memiliki sertifikasi yang sesuai untuk meningkatkan keterampilan teknis, kurangnya motivasi dapat diperbaiki dengan memberikan insentif atau penghargaan kepada welder berprestasi untuk meningkatkan semangat kerja serta kesalahan welder dapat diperbaiki dengan memastikan welder memahami prosedur pengelasan yang benar dan standar kualitas yang diharapkan. Pada faktor mesin seperti kalibrasi dapat diperbaiki dengan menetapkan jadwal kalibrasi mesin secara berkala untuk memastikan mesin tetap akurat dan sesuai dengan standar operasional serta kualitas peralatan las dapat diperbaiki dengan melakukan inspeksi alat secara berkala untuk memastikan semua peralatan dalam kondisi baik dan berfungsi optimal selama proses pengelasan. Pada faktor metode seperti prosedur pengelasan dapat diperbaiki dengan melalui panduan kerja yang terdokumentasi, pelatihan dan instruksi yang diberikan kepada welder sebelum memulai pekerjaan, lalu teknik pengelasan dapat diperbaiki dengan memilih teknik pengelasan yang sesuai untuk jenis bahan, ketebalan serta kualifikasi khusus untuk menguasai teknik yang diperlukan serta urutan pengelasan dapat diperbaiki dengan mengikuti rencana kerja yang telah dibuat, seperti pengelasan dari tengah ke luar atau dari bawah ke atas, tergantung pada desain dan kebutuhan struktural. Pada faktor material seperti *thickness* dapat diperbaiki dengan memilih parameter pengelasan yang sesuai, seperti pengaturan arus, kecepatan dan teknik pengelasan untuk memastikan penetrasi yang tepat dan sambungan yang kuat tanpa distorsi atau kerusakan, lalu jenis logam dapat diperbaiki dengan memilih teknik pengelasan yang tepat, bahan pengisi yang sesuai dan pengaturan panas yang sesuai untuk jenis logam yang digunakan serta melakukan tes untuk memastikan hasil pengelasan yang optimal. Pada faktor lingkungan seperti suhu dapat diperbaiki dengan menyesuaikan teknik pengelasan, pemanasan awal (*preheating*) atau perlakuan panas setelah pengelasan (*post-weld heat treatment*) serta menyesuaikan kecepatan dan intensitas arus las untuk mengimbangi pengaruh suhu lingkungan.

5. REFERENCES

- Adi Juwito, & Ari Zaqi Al-Faritsy. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Dengan Metode Six Sigma Di Umkm Makmur Santosa. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(12), 3295–3314.
- Ahadya Silka Fajaranie, & Khairi, A. N. (2022). Pengamatan Cacat Kemasan Pada Produk Mie Kering Menggunakan Peta Kendali Dan Diagram Fishbone Di Perusahaan Produsen Mie Kering Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal*

- Pengolahan Pangan*, 7(1), 7–13. <https://doi.org/10.31970/pangan.v7i1.69>
- Ismail, N., & Setiafindari, W. (2023). Usulan Perbaikan Kualitas Pada Sarung Tangan Golf Lotus Menggunakan Metode Statistical Quality Control Dan 5W+1H. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(2), 215–228. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i2.1714>
- Nursyahbani, Z., Sari, T. E., & Winarno, W. (2023). Usulan Penurunan Kecacatan Piston Cup Forging Menggunakan Fishbone Diagram, FMEA dan 5W+1H di Perusahaan Spare-part Kendaraan. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 4(01), 22–32. <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v4i01.8703>
- Pratama, Y., Basuki, M., Erifive Pranatal, D., & Teknik Perkapalan FTMK-ITATS Jl Arief Rachman Hakim, J. (2020). Pada Material Baja Kapal Ss 400 Terhadap Cacat Pengelasan. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMATAN)*, 2(1), 1–7.
- Putra, B., & Abizar, H. (2023). Vocational Education National Seminar (VENS) Attribution-ShareAlike 4.0 International Some rights reserved Paper Analisa Hasil Pengelasan Pada Permukaan Pressure Vassel Menggunakan Non Destruktif Test Dengan Metode Radiografi Test. *Vocational Education National Seminar*, 5–8.
- Saryanto, Prasetyawati, M., Dewiyani, L., & Sudarwati, W. (2024). Upaya Penurunan Defect Porosity Pada PT. EPI Menggunakan Metode PDCA. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 22–33.
- Widnyana, I. P., Ardiana, I. W., Wolok, E., & Lasalewo, T. (2022). Penerapan Diagram Fishbone dan Metode Kaizen untuk Menganalisa Gangguan pada Pelanggan PT PLN (Persero) UP3 Gorontalo. *Jambura Industrial Review*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.1.11-19>
- Yunianto, B., Wicaksana, P., Sudharto, J., UNDIP Tembalang, K., & Tengah, J. (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. *Rotasi*, 25(2), 54–60.