

Analisis Cacat Pengecoran pada *Strain clamp*

Analysis of Casting Defects in Strain clamp

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Rifki Aldian Kusuma

NPM: 183030082



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Rifki Aldian Kusuma

Nomor Pokok Mahasiswa : 183030082

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara copy paste dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 27 Desember 2024

Penulis,



Rifki Aldian Kusuma

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas

Pasundan, saya:

N a m a : Rifki Aldian Kusuma
NPM : 183030082
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS
Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Cacat Pengecoran pada Strain Clamp

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 27 Desember 2024
Yang menyatakan,



Rifki Aldian Kusuma

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Analisis Cacat Pengecoran pada *Strain clamp*



Nama: Rifki Aldian Kusuma
NPM: 183030082

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA.

Pembimbing Pendamping

Ir. Bukti Tarigan, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Analisis Cacat Pengecoran pada *Strain clamp*



Nama: Rifi Aldian Kusuma
NPM: 183030082

Tanggal sidang skripsi: Jum'at, 27 Desember 2024

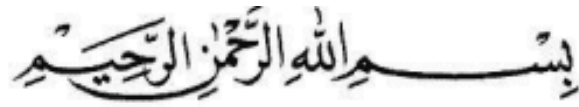
Ketua : Dr. Ir. Dedi Iazuardi, M.T.

Sekretaris : Ir. Bukti Tarigan, M.T.

Anggota : Ir. Syahbardia, M.T.

Anggota : Ir. Agus Sentana, M.T.

KATA PENGANTAR



Dengan rasa syukur dan pujian kepada Allah SWT, penulis bersyukur atas Rahmat dan petunjuk-nya yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Cacat Pengecoran pada Stran clamp**” ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari kerja sama dan kontribusi beberapa pihak sehingga penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan hikmat, rahmat dan karunia-Nya, serta kemudahan bagi penyusun untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, ayahanda Muzakir dan ibunda Surya Dewi yang banyak memberikan doa, dukungan, memberikan semangat untuk saya agar menyelesaikan kuliah dengan baik.
3. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
4. Bapak Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA. Selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi masukan kepada penulis dan menyelesaikan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Bukti Tarigan M.T. Selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi masukan kepada penulis dan menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Yovie Antia, Odi Al Ashafani, Delya Sari, Alza Farusyi, Virendra Dzikra yang bersedia membantu penelitian ini, baik secara materi maupun dukungan moral.
7. Rekan-rekan perjuangan Mahmud Nur Fauzi, Bilal Muflich Rabani, Rangga Hardiansyah, Farhan Abdurahman, Abdul hamid, Afif, Hary Marpaung, Ihza Faridz, Indra Nugraha.
8. Semua rekan-rekan perjuangan Teknik Mesin Universitas Pasundan Angkatan 2018.

Sebagai harapan bagi Penulis dengan selesainya skripsi ini semoga dapat memberi manfaat, bagi penulis khususnya dan bagi setiap pihak yang membaca dan memerlukannya, meskipun skripsi ini baik isi maupun penulisannya masih jauh dari kata sempurna.

Bandung, 27 Desember 2024



Rifki Aldian Kusuma



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang.....	1
2. Rumusan masalah.....	1
3. Tujuan.....	1
4. Manfaat.....	2
5. Batasan masalah	2
6. Sistematika penulisan	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	3
1. <i>Strain Clamp</i>	3
2. Pengecoran.....	5
3. Jenis-jenis Cacat Pengecoran	6
4. Pengecekan Secara Visual	11
5. Pengujian <i>Metalografi</i>	11
6. Pengujian Radiografi	13

BAB III METODE PENELITIAN.....	14
1. Tahapan Penelitian	14
2. Tempat Penelitian.....	15
3. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	16
4. <i>Set Up</i> Pengujian	16
5. Metode Pengujian.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
1. Proses Pembuatan <i>Strain Clamp</i>	19
2. Pengamatan Visual.....	22
3. Data Pengamatan <i>Metalografi</i>	23
4. Data Hasil Pengujian Radiografi.....	26
5. Saran Perbaikan Untuk Proses Pembuatan <i>Strain Clamp</i>	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
1. Kesimpulan	28
2. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN	30
1. Gambar Teknik.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Strain clamp</i>	3
Gambar 2. <i>Strain clamp</i> Seri <i>NLL</i> [1]	3
Gambar 3. <i>Strain clamp</i> Seri <i>NLD</i> [1].....	4
Gambar 4. Cacat Ekor Tikus dan Kekasaran Meluas [4].....	7
Gambar 5. Cacat Lubang-lubang [5]	7
Gambar 6. Cacat Retakan [6].....	8
Gambar 7. Cacat Permukaan Kasar [7]	8
Gambar 8. Cacat Salah Alir [8].....	9
Gambar 9. Cacat Inklusi [9].....	10
Gambar 10. Deformasi [3].....	10
Gambar 11. Cacat Tak Nampak [9].....	10
Gambar 12. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	14
Gambar 13. Lokasi Penelitian.....	15
Gambar 14. Sampel Uji <i>Metalografi</i> Makro.....	16
Gambar 15. Pengambilan Sampel Untuk Pengujian <i>Metalografi</i> Mikro.....	17
Gambar 16. Sampel Uji <i>Metalografi</i> Mikro	17
Gambar 17. Pengambilan Sampel Untuk Pengujian <i>NDT</i> Radiografi.....	17
Gambar 18. Sampel Uji <i>NDT</i> Radiografi.....	18
Gambar 19. Aluminium ADC 12.....	19
Gambar 20. Cetakan dan Inti Cetakan yang Digunakan.....	20
Gambar 21. Proses Peleburan	21
Gambar 22. Proses Penuangan.....	21
Gambar 23. Proses Gerinda dan Pengeboran.....	22
Gambar 24. Cacat Deformasi.....	22
Gambar 25. Hasil <i>Metalograafi</i> Mikro Sampel 1.....	23
Gambar 26. Hasil <i>Metalograafi</i> Mikro Sampel 2.....	23
Gambar 27. Hasil <i>Metalograafi</i> Mikro Dari Jurnal [14]	24
Gambar 28. Hasil Pengamatan <i>Metalografi</i> Mikro Pada Sampel 1	24
Gambar 29. Cacat Retakan Pada Sampel 1.....	25
Gambar 30. Hasil Pengamatan <i>Metalografi</i> Mikro Sampel 2.....	25
Gambar 31. Cacat <i>Shrinkage Porosity</i> atau Rongga Susut.....	26
Gambar 32. Hasil Pengujian Radiografi Pada Sampel A	26
Gambar 33. Hasil Pengujian Radiografi Pada Sampel B.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>Strain clamp</i> Tipe Baut Seri <i>NLL</i> [1].....	4
---	---



ABSTRAK

Strain clamp adalah alat penjepit kabel yang digunakan untuk mengamankan dan menahan kabel, serta kawat tegangan rendah hingga menengah pada tiang atau struktur penyangga. Namun, alat ini juga dapat menjadi sumber cacat jika tidak dipasang dengan benar atau jika terdapat kesalahan dalam proses pemasangannya. *Strain clamp* dirancang untuk menahan beban mekanis akibat gaya tarik pada kabel, seperti berat kabel dan tegangan listrik yang dihasilkan. Untuk menghasilkan *strain clamp* dengan kualitas yang baik dan tingkat kegagalan yang rendah, analisis kegagalan perlu dilakukan. Melalui pengujian ini, dapat dianalisis kegagalan material yang terjadi pada *strain clamp*. Oleh karena itu, analisis kegagalan pada *strain clamp* sangat penting untuk meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya produksi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi perusahaan yang memproduksi *strain clamp*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis cacat pengecoran pada *strain clamp*, menganalisis faktor-faktor penyebab cacat, dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi cacat serta meningkatkan kualitas produk *strain clamp*. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi cacat pada *strain clamp* melalui pemeriksaan visual, uji *metalografi*, dan uji radiografi. Hasil penelitian menunjukkan adanya *shrinkage porosity* atau rongga susut, cacat deformasi, cacat lubang, porositas, dan retak (*crack*). Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa beberapa cacat pada *strain clamp* disebabkan oleh cetakan yang kurang bersih, suhu peleburan yang tidak tepat, proses pendinginan yang kurang sesuai, dan waktu peleburan yang terlalu singkat. Penting untuk menindaklanjuti temuan ini dengan mengimplementasikan langkah-langkah perbaikan yang telah direkomendasikan, seperti pengendalian suhu dan kebersihan cetakan, untuk mencapai produk yang lebih andal dan berkualitas tinggi. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya bermanfaat untuk pengembangan produk, tetapi juga untuk meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap kualitas *strain clamp* yang dihasilkan.

Kata Kunci: *strain clamp*, pengecoran, *metalografi*, NDT radiografi.

ABSTRACT

A strain clamp is a cable clamping device used to secure and hold cables, as well as low to medium voltage wires on poles or support structures. However, they can also be a source of defects if not installed properly or if there are errors in the installation process. Strain clamps are designed to withstand mechanical loads due to tensile forces on the cable, such as the weight of the cable and the resulting electrical stress. In order to produce strain clamps with good quality and low failure rates, failure analysis needs to be performed. Through this test, can be analyzed the material failure that occurs in the strain clamp. Therefore, failure analysis on strain clamps is very important to improve product quality and reduce production costs. This research is expected to make a positive contribution to companies that produce strain clamps. The purpose of this study is to identify the types of casting defects in strain clamps, analyze the factors that cause defects, and provide recommendations to reduce defects and improve the quality of strain clamp products. This research was conducted by identifying defects in the strain clamp through visual inspection, metallographic tests, and radiographic tests. The results showed the presence of shrinkage porosity or shrinkage cavity, deformation defects, hole defects, porosity, and cracks. From the results, it can be concluded that some of the defects in the strain clamp are caused by unclean molds, improper melting temperature, improper cooling process, and too short melting time. It is important to follow up on these findings by implementing the recommended corrective measures, such as temperature control and mold cleanliness, to achieve more reliable and high-quality products. Thus, the results of this study are not only useful for product development, but also for increasing consumer confidence in the quality of the strain clamp produced.

Keywords: strain clamp, casting, metallography, radiographic NDT.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Strain clamp adalah alat penjepit yang digunakan untuk mengamankan dan menahan kabel atau kawat dengan tegangan rendah hingga menengah pada tiang atau struktur penyangga. Namun, alat ini juga dapat menyebabkan cacat jika pemasangannya tidak dilakukan dengan benar atau jika terjadi kesalahan dalam proses instalasi [1].

Untuk memproduksi *strain clamp* berkualitas tinggi dengan tingkat kegagalan yang rendah, diperlukan analisis kegagalan melalui metode pengujian visual, *metalografi*, dan *NDT* radiografi. Dengan pengujian ini, dapat dianalisis kegagalan material yang terjadi pada *strain clamp*.

Oleh karena itu, analisis kegagalan pada *strain clamp* sangat penting untuk meningkatkan kualitas produk serta mengurangi biaya produksi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi perusahaan yang memproduksi *strain clamp*.

2. Rumusan Masalah

Mengidentifikasi jenis-jenis cacat serta faktor-faktor penyebab cacat pengecoran pada proses pembuatan *strain clamp*, serta upaya untuk mengatasi cacat dan meningkatkan kualitas produk *strain clamp*.

3. Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

- Mengidentifikasi jenis-jenis cacat pengecoran pada *strain clamp*.
- Menganalisis faktor-faktor penyebab cacat.
- Memberikan rekomendasi untuk mengurangi cacat dan meningkatkan kualitas produk *strain clamp*.

4. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Identifikasi dan pengurangan cacat.
- Peningkatan kualitas produk.
- Efisiensi biaya.

5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian analisis cacat pengecoran pada *strain clamp* adalah sebagai berikut:

- Analisis Jenis Cacat.
- Analisis Pengujian visual.
- Analisis pengujian *metalografi* dan radiografi.
- Sistematika Penulisan

6. Sistematika Penulisan

Penyusunan penulisan laporan skripsi ini diuraikan berdasarkan beberapa bab dan disajikan dalam bentuk susunan beserta:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Berisi tentang uraian teori yang berkaitan tentang *strain clamp*, pengecoran, jenis-jenis pengecoran, pengecekan visual, pengujian radiografi dan pengujian *Metalografi*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan tentang diagram alir penelitian dimulai dari pengumpulan data, analisa serta kesimpulan yang didapat dari penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan data hasil pengujian dan pembahasan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan secara keseluruhan dari skripsi ini serta saran untuk penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisikan daftar jurnal dan referensi yang digunakan untuk penyusunan Laporan Skripsi ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Terdapat kesimpulan dari pembuatan *strain clamp* diantaranya:

- a. Pembuatan *strain clamp* ini terbuat dari aluminium ADC12, proses pembuatan menjadi dua tahapan yaitu pengecoran dengan cara *sand casting* dan proses pemesinan.
- b. Proses pengujian *strain clamp* memiliki beberapa pengujian, yaitu:
 - Pengujian *Radiografi* (NDT).
 - Pengujian *metalografi* mikro dan makro.

2. Saran

Dari hasil pengujian dan pengamatan terhadap produk ini memiliki saran terkait pengembangan pembuatan yaitu, penting untuk memperhatikan proses produksi, terutama pada tahap pengecoran, agar kecacatan pada *strain clamp* dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Zhang, K. Zhu, M. Li, Y. Liu, dan K. Ji, “*Strain Clamp Condition Monitoring For Transmission Lines Based On Acoustic Emission Signals*,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2797, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2797/1/012049.
- [2] P. Li dan R. Liu, “*X-ray Image Recognition Method for Crimping Defects of Strain Clamp*,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2121, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2121/1/012025, [Daring]. Tersedia pada: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2121/1/012025/>
- [3] M. R. Mulfar dan B. Tarigan, “Proses Pembuatan dan Pengujian Mesin Pengecoran Sentrifugal,” vol. 1, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unpas.ac.id/44611/>
- [4] H. Sudjana, “Teknik Pengecoran Logam”. [Daring]. Tersedia pada: https://mirror.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/10_SMK/kelas10_smk_tknik_pngecoran_logam_hardi_sudjana.pdf
- [5] B. M. Rabani, F. Rizayana, dan M. S. Permana, “Proses Produksi *Gear Housing* Traktor *Portable* Versi 3,” 2024, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/70229%0A>
- [6] E. Gustawan, B. Tarigan, dan W. Kwintarini, “Pengaruh Perlakuan Panas *Double Aging* Terhadap Kekerasan pada Aluminium Paduan A356,” 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/56085%0A>
- [7] R. Fathoni, M. S. Permana, dan D. H. Prajitno, “Pembuatan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347 Menggunakan Material Ferronikel Lokal (*The Steelmaking of Austenitic Stainless Steel AISI 347 Using Local Ferronickel* Material Pembuatan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347,” 2024, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/69960%0A>
- [8] A. Sudiyanto, “Proses Pengecoran Logam dan Analisa Cacat pada Produk B3x6,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 4, no. March, hal. 763–773, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jmept/article/view/5010>

- [9] P. Beeley, "Cacat Coran dan Pencegahannya," hal. 128–139, 2001, [Daring]. Tersedia pada: https://www.academia.edu/36787361/CACAT_CORAN_DAN_PENCEGAHANNYA_Teknik_Pengecoran_Logam
- [10] A. G. Saputra, "Analisa Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Meranti Terhadap Karakteristik Pasir Cetak dan Cacat Porositas Hasil Pengecoran Aluminium 6061," hal. 1–94, 2014, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.its.ac.id/id/eprint/98065>
- [11] A. Saepul dan M. Susen, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk *Eq Spacing* dengan Metode *Statistic Quality Control (SQC)* dan *Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)* Pada PT. Sinar Semesta," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 3, hal. 183–201, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i1iii.51.
- [12] B. Suharnadi dan N. Santoso, "Variasi Penambahan Fluk untuk Mengurangi Cacat Lubang Jarum Dan Peningkatan Kekuatan Mekanik," vol. 1, hal. 13–17, 2015, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.ugm.ac.id/jmtp/article/download/12255/8932>
- [13] A. Yasmin dan F. A. Sukma, "Pengaruh Kandungan *Silicon (Si)* Terhadap Cacat *Hot Tearing* Yang Dihasilkan Dalam Produk Aluminium," hal. 6, 2015, [Daring]. Tersedia pada: [http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jmpt/article/download/4852/3514#:~:text=kesimpulan bahwa aluminium dengan kandungan,menurunkan terjadinya cacat *Hot Tearing*.](http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jmpt/article/download/4852/3514#:~:text=kesimpulan bahwa aluminium dengan kandungan,menurunkan terjadinya cacat Hot Tearing.)
- [14] M. Yusup, "Analisis Cacat Coran pada *Sand Casting* Produk *Clamp Saddle*," vol. 2, no. 2, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejurnal.stie-trianandra.ac.id/index.php/JURITEK/article/view/571>
- [15] N. Setyo dan N. Hayati, "Pengendalian Cacat Tuang Produk Cor Aluminium *ADC 12 Gravity Die Casting* Studi Kasus Di PT Sinar Mulia Teknalum," vol. 19, no. 1, hal. 10–20, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/380100521>
- [16] P. Adnyana, "Pengaruh Ukuran Neck Reiser Terhadap Cacat Penyusutan dan Cacat Porositas pada Proses Pengecoran Aluminium Menggunakan Cetakan Pasir," hal. 1–13, 2013, [Daring]. Tersedia pada: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/34709>

- [17] B. Kusharjanta, D. Ariawan, dan Murjoko, "Kajian Letak Saluran Masuk (*Ingate*) terhadap Cacat Porositas, Kekerasan dan Ukuran Butir Paduan Aluminium pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir," *Mekanika*, vol. 10, no. 1, hal. 55–63, 2011, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mechanika/article/view/88>
- [18] S. Sutiyo dan F. Madani, "Perubahan karakteristik cetakan *green sand* dan cacat inklusi pasir akibat perubahan kadar bentonit," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 2, hal. 50, 2022, doi: 10.30588/jeemm.v6i2.1276.
- [19] Y. Suryairawan, "Cacat Coran Proses Manufaktur II", [Daring]. Tersedia pada: <http://yudysi.lecture.ub.ac.id/files/2012/09/ProsManufII01st2nd.pdf>
- [20] F. R. Al Khozi dan M. Syahril, "Desain dan Pembuatan *Propeller* Perahu Nelayan Dengan Metode *Sand Casting*," no. 44320050, [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/10521%0A>
- [21] A. Wibisono, "Identifikasi Cacat Porositas *Gravity Die Casting*," hal. 1681–1686, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://prosiding.pnj.ac.id/sntm/article/view/503>
- [22] H. Huda dan N. Islahudin, "*Measurment System Analysis* pada Operator Pengecekan Visual Menggunakan Metode *Attribute Agreement System* Di Industri Manufaktur," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 8, no. 2, hal. 35, 2021, doi: 10.24853/jisi.8.2.35-40, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/10257>
- [23] M. I. Almadani dan R. Siswanto, "Proses Manufaktur Mesin Poles dan Amplas untuk Proses Metalografi," *Jtam Rotary*, vol. 2, no. 1, hal. 15, 2020, doi: 10.20527/jtam_rotary.v2i1.2001, [Daring]. Tersedia pada: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/rot/article/view/2001>
- [24] I. Kurniawan, U. Budiarto, dan I. P. Mulyatno, "Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Uji Metalografi Baja S45C Sebagai Bahan Poros Baling-Baling Kapal (*Propeller Shaft*) Setelah Proses *Tempering*," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 6, no. 1, hal. 313–322, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/24444>

- [25] U. Nugroho, "Pengaruh Struktur Mikro dan Kandungan Karbon pada Kekerasan Coran Kuningan," *J. Rek. Mes. Gunadarma*, vol. 2, no. 1, hal. 1–16, 2010, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.academia.edu/download/58913872/pengaruh-struktur-mikro-dan-kandungan-karbon-pada-kekeraan-coran-kuningan-untung-nugroho.pdf>
- [26] I. Fadhilah, "Analisis Struktur Mikro (*Metalografi*)," *J. Ilm.*, hal. 1, 2018, [Daring]. Tersedia pada: https://www.academia.edu/download/56857315/296755_Kode-6_IMM_G_Metalografi.pdf
- [27] F. Suryaningsih, K. Kurnianto, dan A. T. Susanto, "Pengujian Hasil Rekonstruksi Citra Radiografi Digital Menggunakan Program *Labview*," *J. Perangkat Nukl.*, vol. 09, no. 1978–3515, hal. 20–27, 2015, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jpn/article/view/2250>
- [28] R. E. Hartanto, S. Yulianto, dan M. Sugiri, "Analisis Pengaruh Kuat Arus Listrik terhadap Hasil Pengelasan *SMAW* Material St 37 Dengan Elektroda Hidrogen Rendah pada Pengujian Visual , Radiografi ,Struktur Makro Dan Mikro," *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, hal. 7, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1031>
- [29] A. Rusli, "Pengujian Kuantitatif Kandungan Logam dalam Cat dengan Teknik Radiografi Sinar X," hal. 1–19, 2015, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unpar.ac.id/index.php/rekayasa/article/view/1686>
- [30] S. Junus, "Pengaruh Besar Aliran Gas terhadap Cacat Porositas dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG pada Paduan Aluminium 5083," *J. ROTOR*, vol. Vol. 4, no. No. 1, hal. 22–31, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://core.ac.uk/download/pdf/297779261.pdf>
- [31] S. Rasyid, H. Arsyad, dan M. Syahid, "*The Impact of Stirring Model on Aluminum Alloys ADC 12, "Microstructure and Mechanical Properties,"* vol. 17, no. November, hal. 541–548, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8550/1/23635-56236-1-PB.pdf>