

PENGENALAN TEKNIK PERLINDUNGAN KOROSI PADA PRODUK HASIL LASAN SEBAGAI PELUANG WIRAUSAHA MASYARAKAT

INTRODUCTION TO CORROSION PROTECTION TECHNIQUES ON WELDED PRODUCTS AS A COMMUNITY ENTREPRENEURIAL OPPORTUNITY

¹Fendy Rokhmanto, ²Cahya Sutowo

*^{1,2} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik - Universitas Pamulang
email: ¹ dosesn02043@unpam.ac.id, ² dosesn01593@unpam.ac.id*

ABSTRAK

Salah satu bagian dari Tri Dharma Perguruan Tinggi adalah Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM). PKM, seperti halnya dua dharma lainnya yaitu pengajaran dan penelitian juga melibatkan segenap sivitas akademik, termasuk dosen dan mahasiswa. Dengan kegiatan PKM ini, sivitas akademika dapat menjadi bagian dari masyarakat dan membantu mengembangkan sumber daya yang ada di sekitar mereka. Salah satu bidang ilmu teknik mesin yaitu yang berkaitan dengan pengetahuan tentang perlindungan korosi pada produk hasil lasan tidak hanya dipelajari secara teoritis, tetapi juga memerlukan praktik atau latihan langsung untuk dapat dijadikan sebagai bidang keahlian masyarakat, terutama bagi generasi muda. Pengenalan teknik pengelasan dan perlindungan logam hasil lasan ini bertujuan untuk membuka peluang wirausaha dengan memanfaatkan keahlian bidang teknik mesin tersebut. PKM dengan judul: "**Pengenalan Teknik Perlindungan Korosi Pada Produk Hasil Lasan Sebagai Peluang Wirausaha Masyarakat**" bagi para santri Pondok Pesantren Nurul Ihsan di Kelurahan Keranggan Kecamatan Setu Kota Tangerang Selatan semoga bisa berjalan dengan lancar dan tertib. Para peserta dapat menyimak dan memahami penjelasan materi baik teori maupun praktek yang diberikan. Dengan adanya pengetahuan tambahan ini diharapkan bisa menjadi bekal para santri sebagai pemuda penerus generasi untuk ke depannya. Kegiatan PKM ini juga merupakan rangkaian dari kegiatan PKM semester sebelumnya dengan tema rancang bangun dan proses produksi produk pengelasan.

Kata Kunci : Teknik mesin, wirausaha, pengelasan, korosi.

ABSTRACT

One of the Tri Dharmas of Higher Education is Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM). PKM, similar to the other two dharmas of teaching and research, involves the entire academic community, including lecturers and students. With this PKM activity, the academic community can become part of the community and help develop the resources around them. One of the fields of mechanical engineering, namely that related to knowledge about corrosion protection on welded products, is not only studied theoretically but also requires direct practice or training to be used as a field of expertise for the community, especially for the younger generation. The introduction of welding techniques and protection of welded metals aims to open up entrepreneurial opportunities by utilizing expertise in the field of mechanical engineering. PKM with the title "**Introduction To Corrosion Protection Techniques On Welded Products As A Community Entrepreneurial Opportunity**" for students of Nurul Ihsan Islamic Boarding School in Keranggan Village, Setu District, South Tangerang City, hopefully it can run smoothly and orderly. Participants can listen to and understand the explanation of the material, both theory and practice, given. With this additional knowledge, it is hoped that it can be a provision for students as young people who will continue the generation for the future. This PKM activity is also a series of PKM activities from the previous semester with the theme of design and production process of welding products.

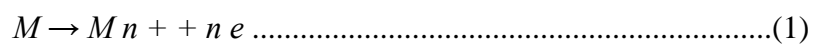
Keywords : Mechanical engineering, entrepreneurship, welding, corrosion.

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri pastinya ada sebuah proses pengelasan dalam setiap pengerjaannya. Pengelasan merupakan proses penyambungan dalam tahap konstruksi pada pembuatan suatu produk. Proses penyambungan ini melibatkan penggunaan panas, dimana material logam dilelehkan sehingga bagian yang dimaksud tersambung menjadi sebuah kesatuan. Panas yang dihasilkan ini dapat memberikan efek degradasi material, salah satunya menurunnya ketahanan korosi pada produk hasil lasan. Oleh karena itu penting untuk diketahui apa itu korosi dan jenis-jenisnya serta pencegahannya

Korosi merupakan proses kerusakan atau degradasi mutu material serta sifatnya akibat reaksi dengan lingkungannya, baik lingkungan fisika, kimia maupun biologi. Material dalam hal ini logam pada umumnya, stabil pada kondisi oksidanya, hal ini yang menyebabkan material mengalami degradasi menuju ke arah kestabilannya di alam yaitu dengan membentuk oksida melalui interaksi dengan alam. Korosi dapat terjadi dikarenakan adanya elektrolit (sebagai media perpindahan ion), katoda anoda (sebagai proses oksidasi material dan penangkapan elektron) dan material itu sendiri[1].

Mekanisme korosi terjadi melalui reaksi elektrokimia melibatkan reaksi anodic di daerah anodic. Reaksi anodic (oksidasi) diindikasikan melalui peningkatan valensi atau produk elektron-elektron. Reaksi anodik yang terjadi pada proses korosi logam yaitu:



Proses korosi dari logam M adalah proses oksidasi logam menjadi satu ion (n+) dalam pelepasan elektron. Harga dari n bergantung dari sifat logam sebagai contoh besi:



dilanjutkan dengan reduksi gas Oksigen;



Kedua reaksi menghasilkan potensial reaksi yang positif ($E = 0,84 V$) menunjukkan bahwa reaksi ini dapat terjadi. Jika proses ini dalam suasana asam maka, proses oksidasinya adalah:



dan potensial reaksinya semakin besar yaitu:

$$E = (0.44 + 1.23) = 1.63 \text{ Volt} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan kata lain proses korosi besi akan lebih mudah terjadi dalam suasana asam.

Korosi terjadi dalam beberapa bentuk dan jenis dengan karakteristik yang berbeda beda antara lain sebagai berikut:

1. Uniform Corrosion / korosi merata

Korosi merata atau uniform corrosion merupakan bentuk korosi yang paling lazim terjadi. Korosi yang muncul terlihat merata pada seluruh permukaan logam dengan intensitas yang hamper sama. Jenis korosi ini mengakibatkan pengurangan ketebalan material secara merata dan dapat diukur melalui perubahan massa atau ketebalan logam. Meskipun korosi ini tidak selalu menyebabkan kegagalan yang mendadak, ia tetap berbahaya terutama jika tidak terkendali pada struktur besar atau material kritis. Salah satu contohnya adalah efek dari korosi atmosfer pada permukaan logam. Korosi jenis ini biasanya dapat diatasi dengan cara meng-coating permukaan logam menggunakan cat atau pelindung anti-korosi lainnya, atau menggunakan metode proteksi katodik[2,3].

2. Pitting Corrosion / korosi sumuran

Korosi sumuran terkonsentrasi pada daerah tertentu. terjadi karena adanya larutan atau elektrolit yang terperangkap di dalam celah atau lubang, misalnya pada sambungan dua permukaan logam yang sejenis, permukaan logam yang retak, baut dan tapal. Elektrolit yang terperangkap pada lubang akan menimbulkan beda konsentrasi oksigen, sehingga terbentuk sel korosi. Daerah dengan konsentrasi oksigen tinggi berperan sebagai katoda dan daerah konsentrasi oksigen rendah berperan sebagai anoda Pitting corrosion lebih sering terjadi pada logam seperti baja tahan karat ketika terpapar ion klorida. Lingkungan, potensi elektrokimia, dan komposisi logam sangat memengaruhi kerentanannya terhadap korosi ini[2,4].

3. Crevice Corrosion / korosi celah

Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain diantaranya ada celah yang dapat menahan kotoran dan air sehingga terjadi perbedaan konsentrasi O₂. Proses ini umumnya disebabkan oleh penumpukan larutan yang stagnan dalam celah, menciptakan kondisi dengan kadar oksigen rendah yang memicu perbedaan potensial antara bagian luar dan dalam celah[2]

4. Galvanic Corrosion / korosi galvanik

Korosi galvanik ini terjadi ketika dua logam dengan perbedaan potensial elektroda berada dalam kontak listrik dan dihubungkan oleh larutan elektrolit. Kejadian ini dapat mengakibatkan beda potensial yang menjadi potensi terbentuknya korosi. Logam yang lebih aktif atau anoda akan terkorosi, sementara logam yang lebih noble atau katoda tidak akan terkorosi. Tipe galvanic corrosion biasa disebut korosi potensial pada material paduan dan material tunggal[2,5].

5. Erosion Corrosion / korosi erosi

Erosion corrosion adalah kombinasi kerusakan mekanis dan kimiawi pada permukaan logam yang terjadi karena adanya aliran cairan yang abrasif atau partikel padat dalam cairan. Korosi yang terjadi karena keausan dan menimbulkan bagian – bagian yang tajam dan kasar, bagian – bagian inilah yang mudah terjadi korosi dan juga diakibatkan karena fluida yang sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam. Korosi ini biasanya terjadi pada pipa dan propeller[2].

6. Korosi mikrobiologi

Korosi yang terjadi karena mikroba Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa. Korosi ini bertanggung jawab terhadap degradasi material di lingkungan. Pengaruh inisiasi atau laju korosi di suatu area, mikroorganisme umumnya berhubungan dengan permukaan korosi kemudian menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Lapisan film tipis atau biofilm. Pembentukan lapisan tipis saat 2 – 4 jam pencelupan sehingga membentuk lapisan ini terlihat hanya bintik-bintik dibandingkan menyeluruh di permukaan[2,6].

7. Intergranular Corrosion / Korosi antar butir

Korosi antar butir atau intergranular corrosion merupakan korosi yang terjadi pada grain boundary sebuah logam atau alloy. Korosi tipe ini biasanya disebabkan karena adanya impuritas atau pengotor pada batas butir dan terjadi secara lokal disepanjang batas butir pada logam paduan [2,7]

8. Stress Corrosion Cracking / korosi tegangan

Terjadi karena butiran logam yang berubah bentuk yang diakibatkan karena logam mengalami perlakuan khusus (seperti diregang, ditebuk dll.) sehingga butiran menjadi tegang dan butiran ini sangat mudah bereaksi dengan lingkungan. Korosi yang terjadi merambat memotong butir sehingga sering juga disebut sebagai transgranular cracking[2,8,9].

9. Fatigue Corrosion / korosi lelah

Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Jenis korosi ini biasa terjadi pada sumbu yang berputar dan bergesekan. Material logam yang berputar dan tergesek tersebut mengalami keausan akibat gesekan dan mengalami korosi secara bersamaan. Karena sempitnya clearance maka corrosion product ikut berputar bersama logam yang terkorosi. Korosi jenis ini mengakibatkan konstruksi menjadi longgar, menambah clearance ataupun mengurangi tingkat kedapnya packing atau sealing[2,10,11].

Pelatihan teknik perlindungan produk hasil pengelasan ini dipilih untuk dilakukan secara sistematis (teori dan praktek) sehingga target pembelajaran dapat maksimal. Target Luaran pada PKM ini adalah peserta dapat pemahaman bahaya korosi dan cara pencegahannya. Adapun secara teoritis pencegahan korosi dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

1. Proteksi Katodik

Pada prinsipnya proteksi katodik adalah mengorbankan logam lain yang lebih mudah terkorosi, sehingga logam/ produk utamanya menjadi lebih aman dari serangan korosi. Proteksi katodik lebih dikenal dengan nama anoda korban, dimana logam yang mudah terkorosi difungsikan sebagai anoda. Anoda korban bekerja dengan menggunakan konsep tentang sel korosi basah dimana anodal adalah yang terkorosi, sedangkan yang tidak terkorosi adalah katoda. Selain dengan metode anoda korban proteksi katodik juga dapat dilakukan dengan mengalirkan arus listrik atau sering disebut impressed current, dimana salah satu logam dibuat lebih mudah terkorosi dengan cara mengalirkan Listrik.

2. Inhibitor

Secara umum inhibitor adalah penambahan zat kimia baik organik maupun anorganik guna mengurangi laju korosi. Mekanisme penghambatannya adalah dengan pembentukan lapisan pasif yang sangat tipis untuk menghambat reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya korosi

3. Pelapisan

Pada prinsipnya pelapisan ini adalah memberikan pelindung pada permukaan logam yang sekiranya akan terkorosi. Pemberian pelindung ini dapat dilakukan secara berlapis ataupun tidak, pelindung ini juga dapat difungsikan sebagai lapisan dekoratif produk.

Pada pengabdian Masyarakat ini akan dilakukan perlindungan yang paling sederhana yaitu dengan pelapisan menggunakan cat, baik cat yang sudah ditambahkan inhibitor ataupun cat tanpa inhibitor. Proses pembersihan HAZ juga menjadi titik utama perhatian untuk memastikan tidak ada celah akibat cacat proses lasan, apabila masih terdapat celah tentunya proses pengelasan akan diulang Kembali, kemudian dibersihkan lagi sebagai screening awal proses perlindungan korosi

II. METODE PELAKSANAAN

Pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan diawali pemberian teori tentang pengendalian korosi sebelum pelatihan atau praktikum. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini terdiri atas berbagai kegiatan yang akan berlangsung selama empat bulan. Rencana kegiatan adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam kegiatan ini meliputi:

- a. Pembuatan proposal PKM dan survey rencana tempat kegiatan untuk menyesuaikan jadwal pelaksanaan.
- b. Proses perijinan dan persiapan materi kegiatan serta persiapan alat dan bahan peragaan teknik perlindungan produk hasil pengelasan pada pelaksanaan PKM
- c. Koordinasi dan pelaksanaan PKM meliputi : persiapan usulan proposal dan upload proposal di website, koordinasi dengan tim dosen dan mahasiswa untuk pelaksanaan PKM, menyiapkan alat dan bahan yang digunakan, mempersiapkan materi presentasi dan peragaan serta praktek teknik

perlindungan produk hasil pengelasan logam dan Pembuatan laporan dan luaran hasil PKM

2. Tahap Pelaksanaan Kegiatan.

Untuk melaksanakan kegiatan ini digunakan 3 metode, yaitu:

- a. Penjelasan teoritis dan penjelasan singkat dan sederhana mengenai konsep perlindungan produk hasil pengelasan. Memberikan pengetahuan dasar dan keterampilan praktis kepada masyarakat mengenai korosi dan cara-cara melindungi material logam dari kerusakan akibat korosi. Ini akan membantu masyarakat memperpanjang umur pakai peralatan dan material logam.
- b. Metode peragaan dengan melakukan peragaan in situ.
- c. Melakukan diskusi dengan peserta untuk membuka wawasan dan manajemen wirausaha usaha teknik pengelasan dan perlindungan produknya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Universitas Pamulang (Unpam) merupakan kampus yang berdiri di bawah naungan Yayasan Sasmita Jaya yang beralamat di Jl. Surya Kencana No. 1 Pamulang dengan mengemban visi “Bermutu dalam pengembangan pendidikan, penelitian, dan pengabdian terjangkau seluruh lapisan masyarakat, berlandaskan ridha Tuhan Yang Maha Esa”. Unpam dalam lingkup Perguruan Tinggi ada di dalam wilayah lingkungan Kopertis IV. Unpam membuka diri untuk melakukan berbagai kerjasama dengan berbagai pihak dalam rangka pengembangan ilmu, institusi, teknologi dan seni dalam rangka pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi yakni Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian. Unpam sudah mempunyai jaringan dengan berbagai lembaga lain yakni pemerintah pusat, pemerintah propinsi, pemerintah kabupaten, dunia usaha, swasta maupun dengan masyarakat. Unpam memiliki jurusan teknik mesin dan sebagai perguruan tinggi berkewajiban menyelenggarakan pengabdian kepada masyarakat dapat ikut serta menerapkan ilmu dan pengetahuan yang diperolehnya terutama kepada para pemuda penerus bangsa.

Melihat lokasi kampus yang tidak jauh dengan lokasi PKM maka sudah menjadi kewajiban bagi perguruan tinggi ini untuk ikut serta membantu berbagai persoalan yang dihadapi masyarakat. Sudah selayaknya kehadiran perguruan tinggi dapat benar-benar dirasakan manfaatnya oleh masyarakat baik yang dekat maupun yang jauh. Prinsip pemberdayaan masyarakat yang paling baik adalah kelompok yang memang lahir dari

kebutuhan dan kesadaran masyarakat sendiri, dikelola, dan dikembangkan dengan menggunakan terutama sumber daya yang ada di masyarakat tersebut, dan memiliki tujuan yang sama dimana para santri merupakan calon generasi penerus dimasa yang akan datang membutuhkan peningkatan skill dan keahlian lebih baik sebelum terjun ke dunia kerja atau sebagai wiraswasta dalam bidangnya. Kegiatan PKM ini juga merupakan rangkaian dari kegiatan PKM semester sebelumnya dengan tema rancang bangun dan proses produksi produk pengelasan[12]. Adapun rangkaian acara PKM ini adalah sebagai berikut:

1. Acara Pembukaan PKM.

Kegiatan PKM dibuka oleh ketua pengabdian dan memberikan sambutan singkat, meliputi latar belakang, tujuan, dan harapan dari kegiatan PKM ini serta dilanjutkan dengan sambutan pimpinan Yayasan pondok pesantren dan panti asuhan Nurul Ihsan KH. Sobari sebagaimana foto pada Gambar 1.



Gambar 1. Foto acara pembukaan sambutan oleh ketua Yayasan

2. Penyampaian Materi PKM

Tim PKM menyampaikan garis besar kegiatan yang akan dilakukan, termasuk jadwal dan cara partisipasi masyarakat. Menjelaskan tujuan kegiatan dan hasil yang diharapkan serta bagaimana masyarakat dapat berperan dalam kegiatan ini.

Penyampaian materi teori dan pengetahuan dasar korosi dan perlindungan logam disampaikan oleh nara sumber. Dalam menyampaikan materi diselingi dengan diskusi dan tanya jawab. Metode diskusi juga dilakukan untuk menyatukan persepsi dalam penanganan permasalahan sehingga metode dan materi pelatihan dapat benar – benar dimengerti dan difahami oleh peserta. Materi yang diberikan meliputi :

- a. Penjelasan Korosi: Memberikan pemahaman dasar tentang korosi, bagaimana proses oksidasi logam terjadi, dan faktor-faktor yang mempercepat korosi (kelembaban, garam, dan udara).
- b. Dampak Korosi: Jelaskan kerugian dari korosi seperti kerusakan peralatan, kebocoran, hingga biaya perbaikan yang tinggi.
- c. Jenis Metode Perlindungan Korosi: Berikan gambaran umum tentang berbagai metode perlindungan korosi, seperti: Pelapisan (Coating): Mengaplikasikan cat anti-karat atau pelapis logam. Pemberian Minyak atau Pelumas: Mengurangi kontak logam dengan udara dan kelembaban. Galvanisasi: Proses melapisi logam dengan seng untuk mencegah oksidasi. Inhibitor Korosi: Penggunaan bahan kimia yang memperlambat korosi (biasanya dalam air atau larutan).



Gambar 2. Foto peserta PKM santri putra dan putri saat penyampaian materi

3. Pelaksanaan Praktek

Setelah penyampaian materi teori dilanjutkan dengan praktek langsung yaitu pelaksanaan proses painting sebagai salah satu teknik perlindungan korosi pada logam hasil lasan yang dibimbing langsung oleh para dosen. Demonstrasi cara membersihkan permukaan logam sebelum dicat, kemudian tunjukkan proses pengecatan dengan cat anti-karat. Jelaskan bahwa cat membentuk lapisan yang mengisolasi logam dari oksigen dan air.

Pendampingan selama pelatihan berlangsung guna memastikan peserta mampu penerapkan dan mempraktekan teori yang didapat sebelumnya. Prkatikum dilaksanakan di halaman prsntren dengan melakukan coating cat semprot pada produk hasil lasan dari PKM pada periode sebelumnya. Pelaksanaan praktek diawali dengan pembersihan produk, pengamplasan pada area lasan dan proses pengecatan. Aktivitas praktikum

diseslingi dengan deiskusi-diskusi untuk memperdalam pengetahuan peserta pada gambar 3 - 5.



Gambar 3. Foto pelaksanaan praktek dan persiapan pelapisan



Gambar 4. Praktek pelatihan proses pelapisan cat spray



Gambar 5. Foto produk hasil praktek pelatihan pelapisan produk lasan

Dari hasil pelatihan berupa pembekalan teori dan praktek yang telah disampaikan saat pelatihan, selain mempunyai keterampilan tambahan juga diharapkan peserta dapat mengembangkannya juga dapat memahami cara melindungi dan memperpanjang umur pakai logam produk hasil lasan. Dampak keberhasilan kegiatan PKM ini antara lain adalah :

- a. Peserta dapat memahami teknik perlindungan logam
- b. Peserta dapat melakukan praktek langsung mengenai perlindungan logam.
- c. Peserta dan mitra merasa puas dengan pelaksanaan PKM yang diselenggarakan oleh tim dosen prodi Mesin Unpam.

Di akhir kegiatan PKM dilakukan evaluasi sebagai indikator tingkat penyerapan materi yang telah disampaikan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan atau penambahan pengetahuan terkait pengelasan yang pada awalnya hanya beberapa peserta yang mengetahui teknik pengelasan. Peningkatan pengetahuan dan pemahaman tentang terkait pengelasan di akhir kegiatan setelah melakukan praktek pada pelatihan rata-rata diatas 90% dibandingkan sebelum dilakukan pelatihan ini. Hal ini menunjukkan antusias para generasi muda dalam mempelajari ilmu atau pengetahuan yang bisa diaplikasikan dalam kesehariannya. Setelah pelatihan selesai acara ditutup dengan makan bersama dan foto bersama sebagaimana pada Gambar 6.



Gambar 6. Foto bersama dengan Ketua Yayasan dan santri peserta pelatihan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan di pondok pesantren dan panti asuhan Nurul Ihsan yang mana diikuti dengan antusias oleh para santri. Dengan peningkatan wawasan dan pengetahuan tentang proteksi logam dari bahaya korosi diharapkan dapat memperpanjang umur pakai produk logam, baik yang dikonstruksi sendiri, dalam hal ini produk hasil lasan maupun produk jadi yang dibeli. Oleh karena itu dengan kegiatan ini dapat meningkatkan kualitas produk hasil lasan ketika pada nantinya para santri terjun dalam dunia wirausaha setelah selesai mengikuti pendidikan di pondok pesantren.

Saran

Pemahaman tentang perlindungan korosi juga sebaiknya dapat disampaikan kepada para pelaku usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) pengelasan yang sudah berjalan. Hal ini tentunya juga dapat mendorong peningkatan kualitas produknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kevin Gilmore, 2020. CEEG 445 : “Environmental Engineering Chemistry (Fall 2020)”, LibreText, Bucknell University.
- [2]. ASM HANDBOOK, 2003. “Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection”, ASM International Vol 13A, DOI: <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v13a.9781627081825>, ISBN electronic:978-1-62708-182-5, Publication date:
- [3]. Jeffrey Ken Balangao. “Corrosion of Metals: Factors, Types and Prevention Strategies”. *Journal of Chemical Health Risks*, 2024, 14 (1), pp.79-87. fahal-04372559.
- [4]. Errata: "Pitting Corrosion of Metals. A Review of the Critical Factors" [*J. Electrochem. Soc.*, 145, 2186 (1998)]
- [5]. Matsuho Miyasaka, 2023, Review: Mechanisms of Galvanic Corrosion and Count” Volume 72 Issue 8 Pages 218-227.
- [6]. Ahmad Royani, 2021. “Korosi yang Dipengaruhi Mikrobiologi dan Teknologi Pencegahannya di Industri Minyak dan Gas: Review”, *Metalurgi* 3: 135 – 150.

- [7]. Maman K Ajiriyanto, Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Ketahanan Korosi Batas Butir Baja Tahan Karat Tipe 316, Urania Vol. 14 No. 3, Juli 2008 : 106 – 160.
- [8]. Adhi Setiawan, 2020. “Analisis Pengaruh Heat Treatment terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Intergranular SA-240 TP316L”, Jurnal Sains Terapan Vol. 6 No.1 2020.
- [9]. Eko Saputra, 2020, “Analisa Korosi Tegangan Material AISI 304 dengan variasi Pembebanan Pada Media Air Laut”, Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau
- [10]. Sujita. 2010. “Perilaku Perambatan Retak Pada Sambungan Las Busur Rendam Plat Baja Fep05” , Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 4 No.2. (123-128).
- [11]. Imam Adli Agil, 2021, “Pengaruh Konsentrasi NaCl Terhadap Korosi Kelelahan Pada Aluminium 5005”, Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin
- [12] Cahya Sutowo dan Fendy Rokhmanto, 2024. “Pengenalan Teknik Pengelasan Logam Sebagai Peluang Wirausaha Masyarakat”, GARDA Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat pISSN 2746-8232 Vol. 4 No. 2 Mei 2024.