

Studi Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Korosi

Erna Dwi Kusumawati ¹, Vera Pangni Fahrani ²

^{1,2} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
ernadwikusumawati39@gmail.com

Abstract

Corrosion is a serious problem in metal materials, corrosion can be said to be a decrease in the quality of metal due to chemical reactions with the environment, especially through electrochemical processes involving anodes, cathodes, and electrolytes. Corrosion can be technically detrimental, and reduce the mechanical properties of metals this occurs in various types in construction, vehicles, to electronic equipment this is due to environmental factors such as acidic environments that can accelerate corrosion. Corrosion protection of low carbon steel is essential using protection methods including surface coating, use of corrosion inhibitors. This study uses the literature method by collecting data from various published journals. Research was conducted using electrochemical and weight loss tests to understand the corrosion behavior of low carbon steel under various conditions, and provide insight into how to conduct scientific research related to metal properties and protection against corrosion. Thus, corrosion protection of low carbon steel needs to be effectively applied to reduce damage and extend the product life of the metal.

Keyword: electrochemistry, electrolyte, carbon, corrosion, metal.

Abstrak

Kerusakan akibat korosi adalah permasalahan yang signifikan dalam konteks material berbahan logam, korosi dapat dikatakan terjadinya penurunan kualitas logam akibat reaksi kimia dengan lingkungannya terutama melalui proses elektrokimia yang melibatkan anoda, katoda, dan elektrolit. Korosi dapat merugikan secara teknis, dan mengurangi sifat logam mekanis ini terjadi pada berbagai jenis dalam konstruksi, kendaraan, hingga peralatan elektronik hal ini dikarenakan oleh faktor lingkungan seperti lingkungan asam yang dapat mempercepat korosi. Perlindungan korosi terhadap baja karbon rendah sangat penting dengan menggunakan metode perlindungan termasuk pelapisan permukaan, penggunaan inhibitor korosi. Studi ini menggunakan metode literatur dengan mengumpulkan data dari berbagai jurnal yang telah dipublikasikan. Penelitian dilakukan menggunakan elektrokimia dan uji berat hilang untuk memahami perilaku korosi baja karbon rendah dalam berbagai kondisi, dan memberikan wawasan mengenai bagaimana melakukan penelitian ilmiah terkait dengan sifat dan perlindungan logam terhadap korosi. Sehingga perlindungan korosi pada baja karbon rendah perlu diterapkan secara efektif untuk mengurangi kerusakan dan memperpanjang umur produk logam tersebut.

Kata Kunci: elektrokimia, elektrolit, karbon, korosi, logam.

1. PENDAHULUAN

Logam terdapat di unsur kimia yang memiliki sifat-sifat seperti kekuatan, kemampuan konduksi listrik, dan kemampuan konduksi panas yang sangat baik selain itu terdapat elemen lain dengan karakteristik memvariasikan kandungan karbon dalam baja memiliki peran untuk mengatur yang nantinya berinteraksi dengan atom karbon besi. Baja karbon rendah biasanya terdapat material yang dipakai untuk pengaplikasiannya sebagai bahan dari konstruksi, hal ini dikarenakan baja karbon rendah mempunyai keuletan yang tinggi [1]. Baja karbon rendah dapat dikatakan jenis logam yang sering digunakan di industri terkait dalam penanganan asam, basa, maupun garam, seperti perlindungan permukaan pada baja karbon rendah dengan menggunakan paduan logam yang memiliki sifat tahan lama terhadap lingkungan yang menyebabkan korosi. Namun jenis logam ini memiliki keterbatasan dalam hal ketahanan pada korosi sehingga dibutuhkan upaya untuk merenovasi performa kerja [2]. Pengaruh pada komposisi dan struktur dari mikro logam dengan beberapa jenis umum dari baja karbon rendah diantaranya yaitu ASTM A36; baja dengan kekuatan Tarik minimum sebesar 36.000 psi sangat umum digunakan dalam konstruksi bangunan dan jembatan, serta dalam berbagai aplikasi manufaktur, jenis baja karbon rendah yang lain yaitu ASTM A283; mencakup berbagai jenis baja karbon rendah dengan berbagai kekuatan dan karakteristik, jenis baja tersebut digunakan dalam pembuatan tangki tekanan, tangki penyimpanan, dan pipa. Adapun jenis baja karbon rendah yaitu ASTM A588 dengan tambahan unsur seperti tembaga, fosfor, dan silikon, jenis baja ini sering digunakan dalam konstruksi yang tahan terhadap korosi. Jenis baja karbon yang lainnya yaitu ASTM A139 merupakan baja karbon rendah yang ber dinding tipis yang digunakan dalam aplikasi pengangkutan cairan, udara, dan uap, baja tersebut mengatur spesifikasi pipa baja dengan diameter luar dari 1/8 in hingga 26 in, sehingga serangan korosi yang terjadi semakin mengingkat pada jenis baja karbon tersebut dimana semakin besar konsentrasi lingkungan sampel maka semakin besar laju korosi yang terjadi pada jenis ASTM A 139 [4]. Sifat logam dapat diketahui nilainya dengan kekerasan (hardness) yang diketahui Ketika material akan menerima gaya gesek [5]. Korosi diakibatkan oleh beberapa hal karena reaksi kimia dengan berbahan logam dengan berdasarkan proses elektro-kimia (electrochemical process) yang terdiri komponen anoda, katoda, elektrolit, dan anoda, katoda terhubung secara elektrik [6]. Dampak teknis yang mungkin terjadi akibat korosi yaitu penurunan sifat mekanis material lainnya. Korosi dapat dikatakan suatu proses di mana logam mengalami oksidasi ketika bersentuhan dengan udara atau cairan elektrolit tertentu, dan dalam proses ini udara atau elektrolit tersebut mengalami reaksi reduksi [7]. Korosi dapat mempengaruhi berbagai macam jenis logam, termasuk yang digunakan dalam konstruksi, kendaraan, serta peralatan berkomponen logam seperti besi, tembaga, serta dapat merusak peralatan elektronik seperti jam digital dan perangkat canggih lainnya [8] Korosi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu lingkungan asam. Ketika logam berada dalam lingkungan asam, seperti pipa industri yang bersifat asam itu dapat mengakibatkan korosi yang lebih cepat karena terpapar oleh karat besi dan ion H^+ yang mampu menimbulkan korosi lebih lanjut. Larutan dengan rasa asam yang kuat seperti HCl atau H_2SO_4 juga dapat menghentikan serangan korosi di jalurnya. Ion-ion Cl yang terdapat dalam HCl memiliki tingkat agresif yang sangat tinggi, oleh karena itu ketika asam ini digabungkan dengan logam apapun, apakah itu baha atau besi akan menyebabkan logam tersebut menjadi korosi dan menjadi akurat. [9]. Baja karbon telah diaplikasikan pada industri terkait seperti pengolahan asam, basa, dan garam, akibat korosi, dapat ditempuh untuk melindungi

baja dan memperpanjang masa pakainya, bertujuan untuk mengurangi kerusakan pada produk tersebut [10].

2. METODE PENELITIAN

Penulisan artikel ini ditulis dengan menggunakan metode studi literatur. Data yang digunakan berasal dari jurnal yang memuat artikel dari berbagai sumber yang telah dipublikasikan dapat diakses secara online. Metode tinjauan yang digunakan adalah sistem sitasi jurnal dengan menggunakan kata kunci seperti Google Scholar, dan dilakukan berdasarkan model, sampel, dan hasil analisis.

Kriteria inklusi pada review jurnal ini adalah jurnal nasional mengenai baja karbon rendah terhadap laju reaksi. Jumlah literatur yang di sitasi adalah sebanyak 13 jurnal yang dijadikan bahan ulasan tersebut kemudian membentuk sebuah artikel review jurnal yang bertemakan studi baja karbon rendah terhadap laju reaksi.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Klorida Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah

Penelitian yang dilakukan [4] menggunakan metode dari preparasi baja hingga perhitungan laju korosi dengan menggunakan sampel larutan asam kuat HCl inhibitor kalium kromat 0,2%. Baja yang digunakan direndam kedalam larutan HCl yang konsentrasinya 5%, 10%, dan 15% tanpa dan dengan penambahan inhibitor kalium kromat, dan bahan tambahan yang digunakan yaitu HCl dengan konsentrasi masing-masing 5% serta terdapat preparasi baha, sampel hingga pendiginan. dimana hasilnya seiring dengan meningkatnya konsentrasi lingkungan HCl, semakin banyak HCl yang digunakan untuk membuat oemutih yang sesuai dengan ASTM A 139. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara kedua sampel dimana ion Cl⁻ yang terlihat agresif terhadap HCl, berinteraksi dengan jumlah pemutih yang semakin banyak digunakan. Korosi dapat terjadi akibat sampel membentuk endapan atau kurangnya konsistensi pada lapisan sehingga dapat dikatakan karakteristik yang lebih parah daripada laju korosi menurunkan besarnya laju korosi logam dalam lingkungan berklorida sehingga dapat mencegah terbentuknya lapisan tipis atau endapan yang dapat menurunkan permukaannya meskipun pada kenyataannya konsentrasi HCl meningkat karena ion kromat yang dimasukkan ke dalam air. Dalam lingkungan yang mengandung HCl, ketika kita memperkenalkan inhibitor, laju korosi menurun, bahkan jika konsentrasi HCl semakin tinggi. Ini disebabkan oleh adanya ion kromat yang ditambahkan ke dalam lingkungan yang mengandung HCl. Perhitungan efisiensi inhibitor dapat dikatakan efektivitas inhibitor kalium kromat dalam mengurangi laju korosi dapat diamati dari hasil berikut: ketika konsentrasi HCl adalah 5%, penggunaan inhibitor ini mengurangi laju korosi sebesar 20%. Ketika konsentrasi HCl meningkat menjadi 10%, efektivitasnya mencapai 31%. Pada konsentrasi tertinggi HCl sebesar 15%, inhibitor kalium kromat mampu mengurangi laju korosi sekitar 36%.

3.2. Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi

Penelitian yang dilakukan [11] pengaruh suhu terhadap laju korosi terhadap baja karbon rendah dalam media air laut. Metode yang digunakan dalam eksperimen ini adalah teknik baja karbon rendah yang ada dalam komposisi kimia. Rekaman udara

yang diambil dari Pantai Jakarta adalah media larutan yang digunakan. Arus densitas korosi (ICORR) dan Eccor ditemukan melalui penggunaan perangkat lunak E-Chem untuk mengambil data grafik pada titik perimbangan kurva anodik dan katodik. Hasil yang didapat ditemukan yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah dalam media gelombang udara. Ada beberapa pengaruh yang terjadi seperti pengaruh suhu dan pengaruh kualitas air. Kenaikan suhu mengakibatkan percepatan proses reaksi, sehingga menghasilkan laju korosi yang lebih panas di pangkal baja karbon. Pengujian laju korosi baja karbon rendah dilakukan pada ruangan dengan suhu udara media antara 37 dan 50°C masing-masing adalah 5,54 11,91 dan 14,53 mpy (*mill per year*) permukaan, dan padatan total di permukaan merupakan parameter tambahan lingkungan air laut terkena dampak laju korosi. Pengaruh suhu terhadap laju korosi logam dalam air laut adalah fenomena yang kompleks. Perubahan suhu dapat memengaruhi komposisi kimia air laut, sifat fisiknya, serta karakteristik produk korosi. Kenaikan suhu cenderung meningkatkan kecepatan reaksi korosi, yang pada gilirannya mengakibatkan laju korosi pada baja karbon menjadi lebih tinggi. Selain itu, kualitas air juga memiliki dampak signifikan pada korosi logam dalam larutan. Ini terkait dengan sifat elektrokimia reaksi korosi, yang melibatkan perpindahan elektron dan keberadaan ion penghantar dalam larutan. Parameter kualitas air yang memengaruhi laju korosi melibatkan oksigen terlarut dan juga total padatan terlarut (TDS). Total padatan terlarut (TDS) mencakup garam-garam anorganik dan sejumlah kecil senyawa organik dalam air, seperti kalsium, magnesium, natrium, kalium, hydrogen karbonat, kalium karbonat, klorida, sulfat, dan nitrat. Larutan dengan nilai TDS tinggi cenderung memiliki laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan larutan TDS rendah. Ini mengindikasikan bahwa kualitas air, bersama dengan faktor suhu, berperan penting dalam memengaruhi korosi logam dalam lingkungan air laut.

3.3. Pengaruh Kuat Arus Dalam Pengelasan Terhadap Laju Korosi Karbon Rendah

Pengaruh kuat arus dalam pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) terhadap laju korosi baja karbon rendah yang dilakukan peneliti [12] dengan metode penelitian pemotongan sampel baja karbon rendah dengan menggunakan metode perendaman. Penelitian ini dimulai dengan mengambil pelat baja karbon rendah berketebalan 0,8 mm dan memotongnya menjadi tiga panel sampel. Setiap panel memiliki ukuran 2400 x 1200 mm. Selanjutnya, ketiga panel sampel tersebut dilakukan proses pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) dengan menggunakan berbagai tingkat arus listrik, yaitu 25 A, 30 A, dan 35 A. Masing-masing pelat las dipotong menjadi 5 bagian kecil. Pengujian korosi menggunakan metode perendaman sesuai standar ASTM G1. Proses pengukuran berat sampel sebelum dan setelah pengujian korosi dilaksanakan guna memungkinkan perhitungan laju korosi. Lama perendaman 24 jam, 120 jam, 240 jam dan 360 jam. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa perbedaan intensitas arus akan menyebabkan perbedaan nilai kekerasan pada daerah pengelasan. Kuat arus listrik 35 A menghasilkan 106,6 HRC. Hasil laju korosi saat perendaman selama 24 jam, teramati adanya pengaruh arus listrik yang kuat terhadap laju korosi masing-masing sampel. Kuat arus listrik 25 A akan menghasilkan laju korosi 0,265 mmy (milimeter per year). Arus yang tinggi sebesar 35A akan menyebabkan laju korosi sebesar 0,210. Nilai arus 25 A akan memiliki laju korosi sebesar 0,215 mmy (milimeter per year) sedangkan 30 A mempunyai laju korosi 0,230 mmy (milimeter per year). Ketika kuat arus pengelasan ditingkatkan dari 25 A menjadi 35 A, laju korosi baja

karbon rendah tetap konstan pada 0,232 mmy (milimeter per tahun) ketika baja tersebut terendam dalam larutan NaCl 5%. Secara keseluruhan, laju korosi rata-rata berkisar antara 0,190 hingga 0,265 mmy (milimeter per tahun) dengan variasi kuat arus listrik antara 25 A hingga 35 A.

3.4. Analisa Laju Korosi Dan Struktur Mikro Terhadap baja karbon rendah

Penelitian yang dilakukan [13] mengenai Analisis dilakukan terhadap laju korosi dan struktur mikro baja karbon rendah SS400 yang telah mengalami pelapisan dengan metode hot dip galvanizing. Proses pelapisan hot dip galvanizing dimulai dari penimbangan benda kerja hingga mencatat berat akhir lapisan serta mengukur ketebalan lapisannya. Hasil analisis menunjukkan bahwa larutan HCl memiliki potensi untuk menyebabkan laju korosi yang lebih tinggi pada baja karbon rendah dibandingkan dengan larutan NaCl. Selain itu, analisis juga mempertimbangkan pengaruh struktur mikro terhadap laju korosi, dan dapat dikatakan Laju korosi pada bahan baku telah diukur setelah mengalami perendaman selama 5 hari dalam larutan HCl ber konsentrasi 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan laju korosi yang paling signifikan terjadi pada spesimen bahan baku yang direndam selama 5 hari dalam larutan HCl. Di sisi lain, kenaikan laju korosi yang paling rendah tercatat pada spesimen yang direndam selama 10 hari dalam larutan NaCl dengan pencelupan galvanisasi selama 5 menit. Penelitian juga mencakup analisis laju korosi pada baja karbon rendah SPCD yang telah dilakukan pelapisan menggunakan metode painting dan phosphating sebagai media pelapisan yang dilakukan dengan jenis bahan yang dipakai baja karbon rendah dengan ketebalan plat 0,4 mm dengan jenis pelapisan yaitu 1 hingga 3 lapisan dengan variasi perendaman media korosi hingga 4 minggu dengan pelapisan logam berupa painting, pada minggu 1 berkisar 64.617 – 62,881mpy (*mill per year*), minggu kedua 45.678 – 41.017 mpy (*mill per year*), hingga minggu keempat berkisar 34.376 – 25.043 mpy (*mill per year*). Sedangkan penelitian yang dilakukan (yudha kurniawan) mengenai Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan lapisan pelapis. Bahan yang digunakan adalah pelat baja struktural khusus yang diproduksi oleh Jinan Iron dan Steel Company Ltd. Metode penelitian melibatkan penggunaan spesimen uji, proses blasting, proses pelapisan, dan pengujian laju korosi menggunakan larutan NaCl 3,5%. Larutan tersebut dibuat dengan mencampurkan 35 gram garam ke dalam 1 liter aquadest. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi sangat rendah dan hampir tidak terjadi korosi sama sekali. Hal ini disebabkan oleh kualitas lapisan pelapis yang sangat baik, sehingga melindungi spesimen dengan sempurna.

3.5. Analisis Laju/Ketahanan Korosi Pada Baja Karbon Rendah Akibat Tegangan

Penelitian yang dilakukan oleh [14] yaitu analisis laju/ketahanan korosi pada baja karbon rendah akibat tegangan dalam menggunakan metode c-ring dengan sampel material uji baja karbon dan bahan bakar minyak (premium, dan pertalite) dengan melakukan pengujian korosi menggunakan kehilangan berat (loss weight);

$$\text{laju korosi (mpy)} = \frac{k \times W}{A \times T \times D}$$

Dimana:

W = kehilangan berat (gr)

ρ = massa jenis (gr/cm³)

A = luas permukaan yang direndam (cm²)

T = waktu (jam)

Hasil pengujian komposisi kimia baja karbon rendah yang digunakan Al 0,99%, Si 1,21%, Fe 97,80%. Perbedaan berat dengan media pengkorosian bahan bakar premium dan pertalite, dari penelitian yang dilakukan, Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, laju korosi meningkat. Pada waktu perendaman selama 384 jam dengan beban 90 kg, laju korosi sebesar 0,006, sedangkan pada waktu perendaman selama 1536 jam dengan beban 90 kg, laju korosi mencapai 0,073. Untuk bahan premium, perendaman selama 384 jam dengan beban 90 kg menghasilkan laju korosi sebesar 0,023, dan perendaman selama 1536 jam dengan beban 90 kg menghasilkan laju korosi sebesar 0,081. Bandingkan antara jenis bahan pertalite dan premium menunjukkan bahwa bahan premium memiliki laju pengurangan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan pertalite. Pada perendaman selama 1536 jam dengan pembebanan 90 kg, laju pengurangan berat untuk bahan premium adalah 0,081, sementara untuk pertalite pada kondisi yang sama, laju pengurangan beratnya adalah 0,073. Korosi semakin tinggi pada beban lebih besar mengakibatkan laju korosi makin meningkat secara signifikan hal ini karena besarnya tegangan dalam akibat pembebanan yang besar. Hasil pembahasan dapat dikatakan premium lebih cepat memberikan laju korosi dibandingkan dengan pertalite, dan baja karbon yang tidak dilapisi pada permukaannya lebih cepat mengalami korosi, serta laju korosi dipengaruhi oleh tingkat keasaman bahan bakar tersebut. Tujuan review jurnal untuk memberikan literasi pengetahuan mengenai aspek aja dan bagaimana melakukan penelitian secara ilmiah tentang keterampilan.

4. KESIMPULAN

Tinjauan literatur yang telah dilakukan mengenai baja karbon rendah terhadap laju korosi dapat disimpulkan perilaku korosi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor lingkungan, komposisi kimia yang terkandung, dan metode uji yang digunakan. Pengaruh lingkungan korosi tergantung pada jenis lingkungan asam yang cenderung mempercepat laju korosi, sedangkan lingkungan basa dapat mengurangi laju korosi secara signifikan. Sedangkan komposisi kimia pada baja terdapat kandungan unsur seperti karbon dalam baja karbon rendah yang berperan penting dalam menentukan tingkat korosinya, serta metode uji yang digunakan misalnya uji elektrokimia dan uji berat hilang dapat menghasilkan hasil laju korosi yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan pemilihan metode uji yang sesuai dengan tujuan penelitian sangat penting untuk mendapatkan hasil yang akurat. Sehingga pentingnya perlindungan korosi dapat diaplikasikan di dalam industri, seperti perlindungan korosi pada baja karbon rendah menjadi krusial, pelapisan permukaan, penggunaan inhibitor korosi, dan pengaturan lingkungan merupakan beberapa strategi yang efektif untuk mengurangi laju korosi.

5. REFERENSI

- [1] T. J. Saktisahdan, U. Asahan, J. J. A. Yani, T. / Fax, and P. T. Mesin, "Pengaruh Proses Heat Treatment Terhadap Perubahan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah," 2019.

- [2] A. Rasyad *et al.*, “Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, Dan Kuat Arus Proses Elektroplating Terhadap Kuat Tarik, Kuat Tekuk Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 173–182, 2018.
- [3] J. H. Tri Wardoyo Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang Jl Sudarto and S. Tembalang Semarang, “Metode Peningkatan Tegangan Tarik Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah Melalui Baja Fasa Ganda”.
- [4] D. Septianingsih and E. Ginting Suka, “Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Klorida Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Astm A 139 Tanpa Dan Dengan Inhibitor Kalium Kromat 0,2%,” 2014.
- [5] N. Nurlina, P. Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material, N. Nurlina Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, P. Kediri Jl Mayor Bismo No, and K. Kediri, “(elektronik) Fakultas Teknik Universitas Islam Balitar,” 2019.
- [6] Sidiq Fajar .M, “Analisa Korosi Dan Pengendaliannya,” *Jurnal Foundry*, vol. 3, pp. 2087–2259, 2013.
- [7] K.M.Nova Satria and Misbah Nurul. M, “Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW,” *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 1, pp. 2301–9271, 2012.
- [8] M. Zuchry and R. Magga, “Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Pompa Pada Baja Komersil Dalam Media Air Laut,” *Jurnal Mekanikal*, vol. 8, no. 2, pp. 737–741, 2017.
- [9] D. Samosir and S. Oko, “Proteksi Korosi Pada Baja Api 5l Dengan Inhibitor Organik Ekstrak Daun Bawang Dayak (Eleutherme Americana Merr) Dalam Lingkungan Hcl 0,5 M,” *JURNAL TEKNIK KIMIA VOKASIONAL (JIMSI)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2023, doi: 10.46964/jimsi.v3i1.362.
- [10] A. P. Bayuseno, J. S. Soedarto, and K. Tembalang Semarang, “Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk Material Kapal Dengan Dan Tanpa Perlindungan Cat,” 2009.
- [11] Royani Ahmad, “Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Media Air Laut,” *JURNAL SIMETRIK*, vol. 10, pp. 2581–2866, 2020.
- [12] D. Prayitno and A. Fikri, “Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Gtaw Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah.” [Online]. Available: <http://publikasi.kocenin.com/index.php/teksi>
- [13] A. Wahyu Pratama and T. Santoso, “Analisa Laju Korosi Dan Struktur Mikro Terhadap Baja Karbon Rendah Ss400 Pada Metode Pelapisan Hot Dip Galvanizing.”
- [14] R. Magga, M. Zuchry, Y. Arifin, and B. Tatong, *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan 2018 P-44 Analisis Laju/Ketahanan Korosi Pada Baja Karbon Rendah Akibat Tegangan Dalam Menggunakan Metode C-Ring Analysis Of Corrosion Rate / Resistance In Low Carbon Steel Due To Tension Using C-Ring Method*. 2018.