

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI GARAM TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA HSS

Thomas Apriliano Jago¹, Dewi Izzatus Tsamroh^{2*)}, Jumiadi³, Pungky Eka Setyawan⁴

^{1,3,4}Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang, Indonesia

^{2*)}Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang, Indonesia

^{*)}Corresponding author: dewiizza07@gmail.com

ABSTRACT

Corrosion, which is the process of metal damage due to environmental factors such as microbes, pH, humidity, temperature, and contaminants from the metal itself, has very destructive properties for metal. Before implementing appropriate control methods, testing is often necessary to determine the appropriate approach. One useful testing method is the spray chamber test, the working principle of which involves creating a mist of corrosive media on the test sample. In this research, HSS steel was used as a test sample. Using a spray chamber test, salt water of various compositions is poured into a container to produce mist, which is produced by a mist maker. The mist is then pushed upwards by a small fan with a current of 12 v and sprayed onto the test specimen over an 8 day period. This tool is useful for determining the corrosion rate of the metal being tested, allowing the determination of how quickly the metal is subject to corrosion, which is useful in selecting materials for construction that are appropriate to environmental conditions. Based on the test results, it can be concluded that the corrosion rate for HSS steel is 0.070 MPY with a salt composition of 500 grams, 0.072 MPY with a salt composition of 750 grams, 0.142 MPY with a salt composition of 1.250 grams, and 0.162 MPY with a salt composition of 1.750 grams.

Keywords: Corrosion Rate, Salt Composition, HSS Steel, Fog

ABSTRAK

Korosi, yang merupakan proses rusaknya logam akibat faktor lingkungan seperti mikroba, pH, kelembapan, suhu, dan pencemar dari logam itu sendiri, memiliki sifat yang sangat merusak bagi logam. Sebelum mengimplementasikan metode pengendalian yang tepat, seringkali diperlukan pengujian untuk menentukan pendekatan yang sesuai. Salah satu metode pengujian yang berguna adalah tes kamar semprot, yang prinsip kerjanya melibatkan pembuatan kabut media pengkorosi pada sampel uji. Dalam penelitian ini, baja HSS digunakan sebagai sampel uji. Dengan menggunakan tes kamar semprot, air garam dengan berbagai komposisi dituangkan ke dalam wadah untuk menghasilkan kabut, yang dihasilkan oleh mist maker. Kabut tersebut kemudian didorong ke atas oleh kipas kecil dengan arus 12 v dan disemprotkan ke benda uji selama periode 8 hari. Alat ini bermanfaat untuk menentukan laju korosi dari logam yang diuji, memungkinkan penentuan seberapa cepat logam terkena korosi, yang berguna dalam pemilihan material untuk konstruksi yang sesuai dengan kondisi lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa laju korosi pada baja HSS adalah 0,070 MPY dengan komposisi garam 500 gram, 0,072 MPY dengan komposisi garam 750 gram, 0,142 MPY dengan komposisi garam 1,250 gram, dan 0,162 MPY dengan komposisi garam 1,750 gram.

Kata Kunci: Laju Korosi, Komposisi Garam, Baja HSS, Kabut

PENDAHULUAN

Perkembangan industri dunia saat ini semakin mempertimbangkan penggunaan material baja sebagai bahan utama dalam proses produksi [1]. Salah satu jenis baja yang populer adalah baja kecepatan tinggi atau *high-speed steel* (HSS), yang termasuk dalam kategori logam besi dengan kandungan paduan tinggi. Baja ini dinamakan demikian karena kemampuannya mengolah bahan logam pada suhu tinggi tanpa kehilangan kekerasannya. Baja *high-speed steel* merupakan campuran besi yang dipadukan dengan elemen-elemen seperti karbon, kromium, vanadium, molibdenum, tungsten, atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut. Dalam beberapa kasus, kobalt juga ditambahkan dalam jumlah besar untuk meningkatkan performa material. Baja HSS telah menjadi bahan baku utama dalam industri perkakas baja, terutama sebagai material untuk perkakas pemotong. Contoh aplikasinya meliputi mata gergaji listrik dan mata bor.

Keunggulan utama baja HSS adalah kemampuannya menahan suhu tinggi tanpa kehilangan kekerasannya, yang membedakannya dari baja karbon tinggi yang digunakan secara luas hingga tahun 1940-an. Baja karbon tinggi cenderung kehilangan kekerasannya saat digunakan pada suhu tinggi, sehingga tidak lagi menjadi pilihan utama [2][3]. Kandungan karbon dan paduan logam dalam baja *high speed steel* diatur secara cermat untuk mencapai respons pengerasan yang optimal, ketahanan aus yang tinggi terhadap panas, dan ketangguhan yang baik dalam operasi pemotongan industri. Baja kecepatan tinggi konvensional diproduksi melalui proses peleburan baja konvensional yang melibatkan pemadatan atau penanggulangan, perawatan panas, dan inspeksi kualitas akhir. Pada tahun 1898, baja kecepatan tinggi (HSS) pertama kali ditemukan sebagai jenis baja paduan tinggi yang mengandung unsur paduan kromium (Cr) dan wolfram (W) atau tungsten. Dalam kondisi lembut (*annealed*), material ini dapat diolah melalui proses pemesinan untuk membentuk berbagai jenis alat potong [2].

Prinsipnya, campuran karbon dan unsur lainlah yang memberikan sifat pada baja *high speed steel* (HSS). Jenis baja ini memiliki kemampuan untuk mengalami pengerasan dengan respons yang sangat tinggi, sehingga sangat cocok digunakan dalam perkakas mesin seperti kunci inggris, mata pisau pahat pada mesin bubut, komponen rantai kendaraan, peralatan pertukangan, dan berbagai bahan industri lainnya. Kekuatannya dalam menahan benturan membuatnya berperan penting dalam berbagai perkakas sehari-hari, sering kali digunakan tanpa disadari sangat cocok untuk dipakai pisau berkat kandungan material karbida pada baja tersebut. Stabilitas struktural hingga 560 derajat C memberikan HSS ketahanan yang besar terhadap pelunakan. *High speed steel* (HSS), seperti baja tipe AISI M2, sering dimanfaatkan sebagai bahan untuk perkakas pemotongan, termasuk mata bor baja. Baja ini adalah paduan tinggi yang mengandung unsur krom (Cr) dan tungsten atau wolfram (W).

Tentu, korosi merupakan fenomena penting dalam logam. Korosi adalah perubahan warna dan penurunan kualitas yang terjadi pada bahan akibat reaksi reduksi-oksidasi baik secara kimiawi maupun elektrokimia dengan zat korosif di lingkungan sekitarnya. Lingkungan memegang peranan kunci dalam terjadinya korosi, dan banyak penelitian telah menyelidiki hubungan antara korosi dan lingkungan. Peneliti umumnya menggunakan media korosi di lingkungan basah untuk menguji pengaruh korosi terhadap logam yang mereka teliti [4].

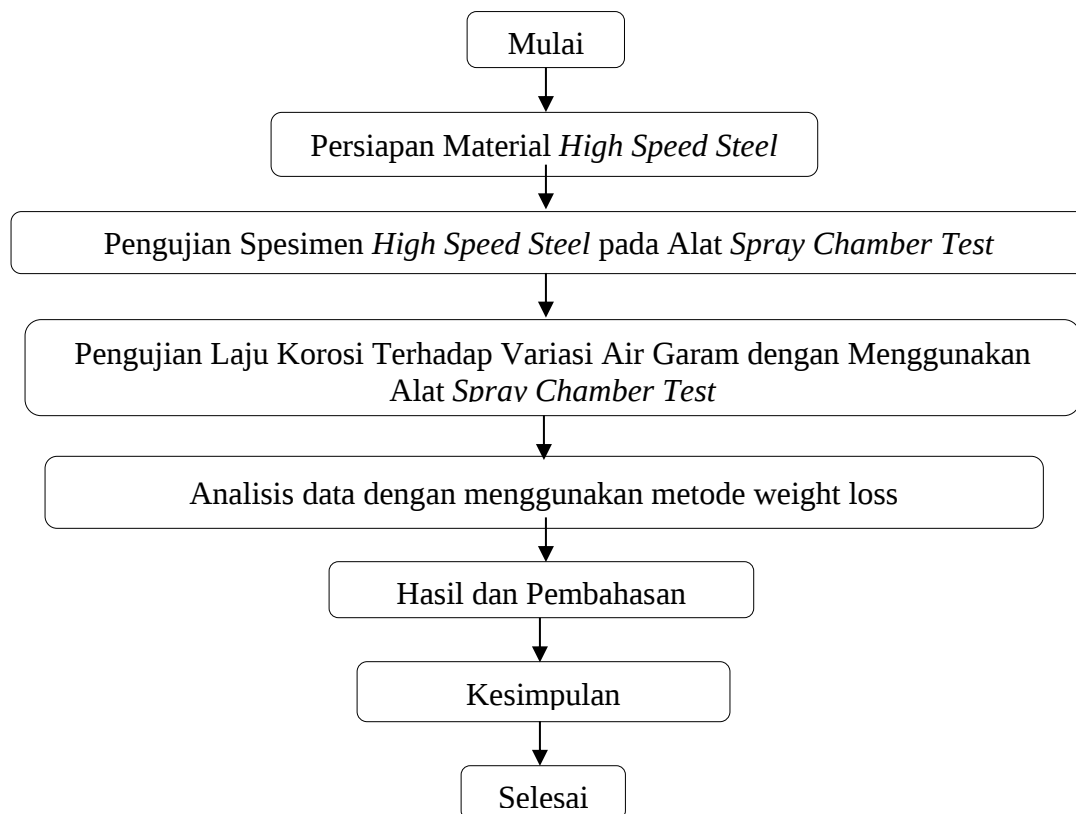
Penelitian ini menindaklanjuti yang telah dilakukan oleh Dhimas dkk (2022) terkait dengan pengaruh quenching terhadap korosi pada baja HSS atau Salt spray test, salah satu pengujian laju korosi dengan menggunakan larutan korosif dalam ruangan yang tertutup sehingga benda uji akan mengalami korosi dalam waktu yang lebih singkat. Korosi merupakan proses kerusakan pada logam yang disebabkan oleh interaksi faktor metalurgi dari material itu sendiri dan reaksi kimia dengan lingkungannya [5]. Akibatnya, kualitas bahan logam mengalami penurunan [6]. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang atau bangunan

yang menggunakan besi atau baja. Sebenarnya korosi dapat dicegah dengan mengubah besi menjadi baja tahan karat, akan tetapi proses ini terlalu mahal untuk kebanyakan penggunaan besi. Korosi dapat menurunkan kualitas dari logam itu sendiri dan menyebabkan kerusakan pada bangunan, kendaraan, industri kelautan dan industri lainnya akibat korosi ini. Oleh karena itu, metode anti korosi sangat penting untuk meminimalisir terjadinya korosi. Selain itu, uji korosi logam juga diperlukan agar metode pencegahan dapat ditentukan secara efektif. Salah satu jenis uji korosi logam dapat dilakukan dengan menggunakan bahan dasar anti korosi [7].

Salah satu alat yang dapat digunakan dalam pengujian korosi adalah *spray chamber test*. Prinsip kerja dari alat ini adalah benda uji akan disimulasikan seperti keadaan di dataran tinggi yaitu dengan cara penyemprotan kabut pada logam uji. Alat ini digunakan untuk mengetahui laju korosi pada logam yang diuji. Laju korosi dapat ditentukan dari seberapa cepat suatu logam terkena korosi, sehingga dalam hubungannya dengan konstruksi dapat ditentukan logam mana yang cocok untuk lingkungan sekitar [8], [9]. Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perlu diteliti dan dipelajari terkait, analisis laju korosi pada *high speed steel* dengan variasi kandungan air garam menggunakan *spray chamber test*.

METODE

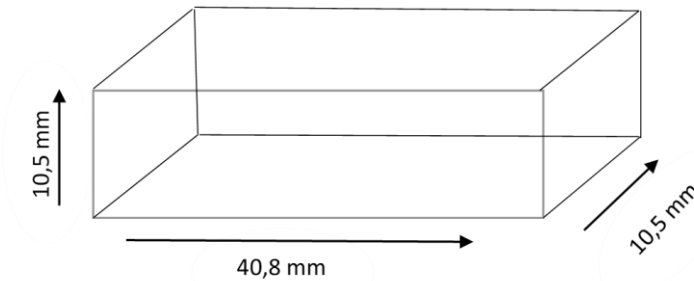
Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental, yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Universitas Merdeka Malang. Penelitian ini sekaligus menguji performa alat uji korosi *spray chamber test* yang telah dirancang dan dibangun sebelumnya. Berikut disajikan diagram alir penelitian untuk menjelaskan langkah-langkah penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Material Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja kecepatan tinggi yang dipotong menjadi dimensi yang telah ditetapkan. Dimensi tersebut mencakup panjang 40,8 mm, lebar 10,5 mm, dan ketebalan 10,5 mm. Masa jenis baja HSS 8,26 g/cm³ [10].



Gambar 2. Dimensi Spesimen

2. Variabel Penelitian

Variabel bebas merupakan variabel yang dapat mempengaruhi variabel terkait pada saat dilakukan pengambilan data. Adapun variasi bebas pada penelitian ini adalah variasi komposisi garam pada media pengkorosi. Dimana variasi komposisi garam tersebut adalah 500 gram, 750 gram, 1250 gram, dan 1750 gram yang dilarutkan pada 2 liter air.

Variabel terikat merupakan suatu variabel yang dapat mempengaruhi data yang akan diperoleh terkait pada saat dilakukan penelitian alat. Adapun terkait penelitian laju korosi pada *high speed steel* dengan variasi air garam menggunakan alat *spray chamber test* adalah laju korosi baja HSS. Pengujian dilaksanakan selama 48 jam dengan waktu pengamatan setiap 2 jam sekali.

3. Prosedur Penelitian

Spray chamber test adalah alat sederhana yang digunakan untuk melakukan pengujian dan pemantauan tentang korosi dari suatu logam. Alat ini ditujukan untuk mengetahui keefektifan dari logam terhadap daya tahan korosi.



Gambar 3. *Spray chamber test*

Prosedur dalam pengujian laju korosi terhadap *high speed steel* menggunakan *spray chamber test* adalah sebagai berikut.

1. Melakukan persiapan alat *spray chamber test*, pH meter, timbangan, jangka sorong, dan HP untuk dokumentasi.
2. Melakukan persiapan bahan *high speed steel* dan air garam.
3. Melakukan pengecekan kondisi awal *spray chamber test*.
4. Melakukan pengukuran dan penimbangan terhadap *high speed steel*
5. Melakukan pengukuran terhadap pH air Garam
6. Apabila alat dan bahan sudah siap, maka penelitian dilakukan di ruang tertutup
7. Melakukan pengamatan setiap 2 jam sekali selama 2 hari

8. Penelitian dilakukan sebanyak 1 kali pengujian selama 8 hari, yaitu HSS
9. Setelah melakukan beberapa kali penelitian dilakukan penimbangan kembali dan pengukuran kembali terhadap *high speed steel*
10. Melakukan pencatatan hasil dari penelitian.
11. Selanjutnya dilakukan pengolahan data melakukan dengan melakukan perhitungan laju korosi dengan menggunakan metode *weight loss*.
12. Melakukan analisis data hasil pengolahan.
13. Menyimpulkan hasil dari data penelitian setelah data diolah.

4. Metode *Weight Loss*

Metode *weight loss* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengujian laju korosi pada logam dengan cara menghitung selisih berat awal dan berat akhir spesimen sebelum dan setelah pengujian korosi. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penggunaan metode *weight loss* [11].

$$\text{Corrosion rate} = \frac{k \times w}{A \times t \times \rho}$$

Keterangan:

k = Konstanta (534)

w = Selisih berat spesimen (mg)

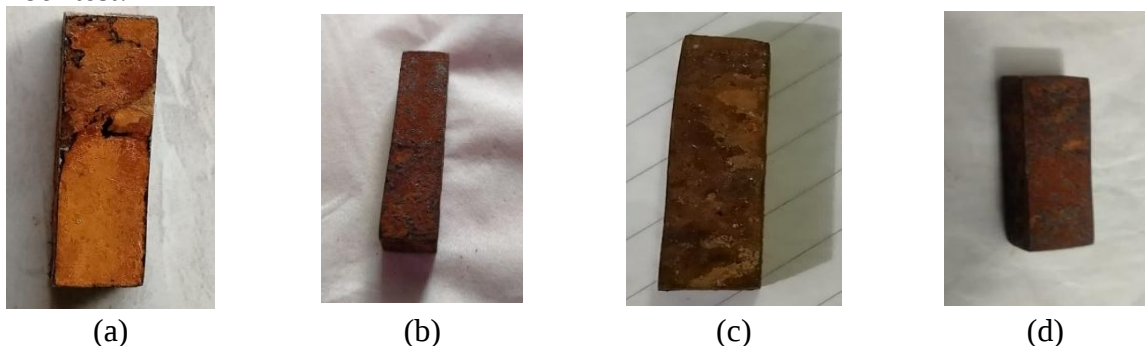
A = Luas penampang (in^2)

t = Durasi spesimen terekspos (jam)

ρ = Masa jenis spesimen ($\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut disajikan hasil pengujian korosi pada baja HSS dengan menggunakan alat *spray chamber test*.



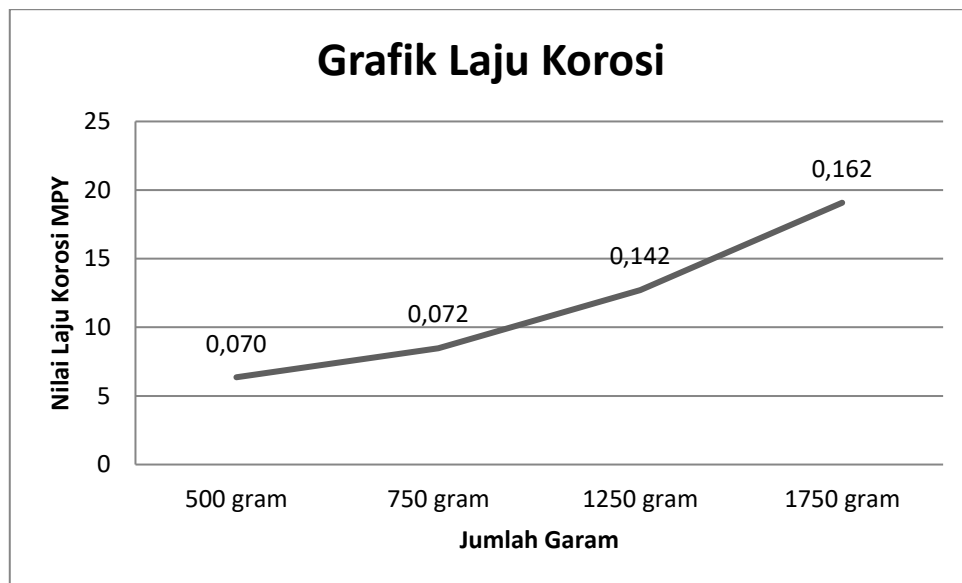
Gambar 4. Hasil Pengujian Korosi (a) Komposisi Garam 500 gram, (b) Komposisi Garam 750 gram, (c) Komposisi Garam 1250 gram, (d) Komposisi Garam 1750 gram

Gambar 4 menunjukkan kondisi spesimen setelah mengalami pengujian korosi dengan menggunakan *spray chamber test*. Jenis korosi yang terbentuk pada spesimen adalah jenis korosi seragam. Hal ini dikarenakan terjadinya korosi yang berkelanjutan pada sisi permukaan spesimen logam yang disebabkan oleh reaksi kimia dari pH air dan udara disekitar yang lembab. Selain itu hal ini terjadi karena korosi pada permukaan logam disebabkan oleh reaksi kimia akibat tingkat pH air yang rendah dan tingkat kelembaban udara yang tinggi. Seiring berjalannya waktu, korosi ini mengakibatkan penipisan pada permukaan logam. Durasi pengujian selama 48 jam dipilih untuk memberikan gambaran yang representatif mengenai tingkat ketahanan spesimen terhadap korosi dalam jangka waktu tertentu. Waktu tersebut cukup untuk mensimulasikan pengaruh lingkungan agresif yang dialami material dalam kondisi nyata, sekaligus memungkinkan terbentuknya pola korosi yang terlihat jelas pada permukaan logam [12].

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Laju Korosi Baja HSS

Variasi Komposisi Garam	Berat Awal (mg)	Berat Akhir (mg)	Berat Hilang (mg)	Luas Penampang (in^2)	Berat Jenis (g/cm^3)	Konstanta	Durasi Terekspos (jam)	Laju Korosi (MPY)
500 gram	3073,2	3072,9	3	76,1	8,26	534	48	0,070
750 gram	3071,1	3076,8	4	74,1	8,26	534	48	0,072
1250 gram	3077,4	3076,8	6	67,9	8,26	534	48	0,142
1750 gram	3072,1	3071,2	9	74,8	8,26	534	48	0,162

Hasil pengujian pada tabel 1 menunjukkan bahwa pada pengujian 1, *high speed steel* mengalami pengurangan berat 0,003 gram dari berat awal 30,732 gram, menjadi 30,729 dan pH pada air garam dengan takaran garam 500 gram adalah 7,9. Pengujian 2, *high speed steel* mengalami pengurangan berat 0,004 gram dari berat awal 30,711 gram, menjadi 30,707 dan pH pada air garam dengan takaran garam 750 gram adalah 7,9, untuk pengujian 3, *high speed steel* mengalami pengurangan berat 0,006 gram dengan berat awal 30,774 gram, menjadi 30,768. dan pH pada air garam dengan takaran 1,250 gram adalah 7,9, dan untuk pengujian ke 4, *high speed steel* mengalami pengurangan berat 0,009 gram, dengan berat awal 30,721 gram menjadi 30,728 gram dan pH air garam dengan takaran garam 1,750 gram adalah 7,9. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengurangan berat *high speed steel* meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi garam dalam larutan air garam, meskipun pH larutan tetap konstan di angka 7,9. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi garam berperan signifikan dalam mempercepat laju korosi, yang menyebabkan pengurangan massa material secara lebih drastis pada kadar garam yang lebih tinggi.



Gambar 5. Grafik Laju Korosi pada Baja HSS dengan Variasi Komposisi Garam

Grafik pada gambar 5 mengindikasikan bahwa semakin banyak jumlah garam yang terdapat, semakin tinggi tingkat korosi, karena garam berperan dalam mempercepat proses korosi. Proses ini terjadi karena konduktivitas larutan garam meningkat, sehingga larutan garam menjadi lebih konduktif dan menyebabkan percepatan laju korosi. Secara keseluruhan grafik pada Gambar 5 memperjelas bahwa garam adalah salah satu faktor kritis dalam menentukan laju korosi. Oleh karena itu, dalam aplikasi praktis, penting untuk meminimalkan eksposur logam terhadap lingkungan dengan konsentrasi garam tinggi atau menerapkan metode perlindungan seperti pelapisan anti-korosi atau penggunaan inhibitor untuk memperlambat laju degradasi material [13], [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan kesimpulan sebagai berikut pada pengujian pertama dengan komposisi garam 500 gram didapatkan laju korosi sebesar 0,070 MPY. Sementara pengujian kedua dengan jumlah komposisi garam 750 gram didapatkan laju korosi sebesar 0,072 MPY, pada pengujian ketiga dengan komposisi garam 1,250 gram didapatkan laju korosi sebesar 0,142 MPY dan pengujian yang terakhir atau keempat dengan komposisi garam 1,750 gram didapatkan laju korosi sebesar 0,162 MPY. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah garam pada, maka semakin tinggi laju korosi terhadap baja. Untuk penelitian lanjutan dapat mengaplikasikan penggunaan pelapis (*coating*), inhibitor korosi, atau perlakuan material untuk mempelajari efektivitas dalam memperlambat laju korosi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. I. Tsamroh, "Comparison finite element analysis on duralium strength against multistage artificial aging process," *Arch. Mater. Sci. Eng.*, vol. 109, no. 1, pp. 29–34, 2021, doi: 10.5604/01.3001.0015.0512.
- [2] S. Shaojun, Z. Xianping, and S. Chengtong, "Heat-treatment and properties of high-speed steel cutting tools," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 423, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/423/1/012031.
- [3] B. Darmawan, M. Kusman, and R. A. Hamdani, "The material performance of HSS (high speed steel) tools and its relation with chemical composition and carbide distribution," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 128, no. 1, 2016, doi: 10.1088/1757-899X/128/1/012027.
- [4] A. Rustandi, M. Adyutatama, E. Fadly, and N. Subekti, "Corrosion Rate of Carbon Steel for Flowline and Pipeline as Transmission Pipe in Natural Gas Production With Co2 Content," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 16, no. 1, 2012, doi: 10.7454/mst.v16i1.1056.
- [5] D. A. Utama, "Pengaruh Quenching Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Tinggi," Univeristas Sriwijaya, 2022.
- [6] Y. Purwanto, "Pengukuran Laju Korosi Stainless Steel dan Baja Karbon dengan Metode Tafel dan Polarization Resistance," in *Prosiding Hasil Penelitian dan Kegiatan Tahun 2018*, 2018, pp. 15–22.
- [7] A. Suprpto, J. Viansyah, D. Irwandi, I. Tsamroh, and U. Merdeka, "Effect of seawater flow velocity in South Malang on the corrosion rate of low carbon steel with a corrosion coupon rack," *J. Polimesin*, vol. 22, no. 2, pp. 2–5, 2024.
- [8] STANDARD: ISO 9227, "Salt Spray method Statement Equipment: All Ascott Corrosion Chambers," vol. 2017, pp. 2017–2020, 2017.
- [9] M. Pedferri, *Corrosion Science and Engineering*. 2018.
- [10] ASTM, "ASTM A1085 Specification for HSS," no. 847, 2018.
- [11] A. Royani, S. Prifiharni, G. Priyotomo, J. Triwardono, and S. Sundjono, "Performa Korosi Baja Karbon pada Uji Simulasi Pipa untuk Sistem Saluran Air Pendingin," *Metalurgi*, vol. 34, no. 2, pp. 49–60, 2019.
- [12] B. Anggara and D. H. Sutjahjo, "Analisa Laju Korosi Baja Karbon Rendah dengan Variasi Kecepatan Aliran dan Salinitas Air Laut pada Pemodelan Sirip Kemudi Kapal," *JPTM*, vol. 09, no. 01, pp. 62–67, 2019.
- [13] D. I. Tsamroh, A. Suprpto, and P. Eka Setyawan, "Optimasi Parameter Anodizing pada Aluminium 6061 dengan Metode Taguchi," in *Seminar Nasional Teknologi Fakultas Teknik Unmer Malang*, 2020, pp. 113–116.
- [14] G. D. Rahyudha, "Pengaruh pH, Laju Aliran Fluida dan Perbandingan Volume Inhibitor pada Flow Loop System terhadap Karakteristik Korosi Baja Karbon Rendah ST-41 di Lingkungan CH₃COOH," vol. I, pp. 1–132, 2017.