

KARAKTERISASI LAJU KOROSI BAJA SS400, SPAH 3125, DAN S45C DALAM SIMULASI GELOMBANG LAUT.

Annas Yuniar Konsinyawan¹⁾, Dody Prayitno^{2)*}

^{1,3)}Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

**Corresponding Author: dodyprayitno@trisakti.ac.id*

Diterima: 1 Oktober 2023

Revisi: 10 Oktober 2023

Disetujui: 10 Oktober 2023

Terbit: 29 Oktober 2023

ABSTRAK

Energi terbarukan di laut dapat dimanfaatkan sebagai penghasil energi listrik melalui PLTGL (Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut). PLTGL terdiri atas pelampung baja, pompa hidrolik dan turbin. Pelampung baja berfungsi menerima ombak dan menggerakkan pompa hidrolik, dan pada PLTGL adalah komponen utama yang menerima gelombang laut secara langsung lalu nantinya akan dikonversi menjadi energi listrik. Pelampung baja ini pun selalu berkontak langsung dengan air laut yang bersifat sangat korosif. Pemilihan material baja yang akan digunakan pada pelampung di PLTGL harus direncanakan sebaik mungkin supaya pelampung baja tersebut dapat bertahan dari korosi yang lama kelamaan akan merusak komponen itu sendiri. Sebelum menentukan material baja yang akan digunakan dilakukan dahulu simulasi pada beberapa material yang memenuhi syarat atau ketentuan untuk dapat digunakan sebagai pelampung baja, beberapa material yang dipilih untuk disimulasikan adalah baja SS400, SPAH 3125 dan S45C. Kesimpulan. Pada waktu perendaman 672 jam, baja SS400 memiliki nilai laju korosi tertinggi yaitu 0,0388 *millimeters per year* (mmpy). Baja SPAH 3125 memiliki nilai laju korosi yaitu 0,0334 mmpy. Baja SS400 memiliki nilai laju korosi terendah 0,0272 mmpy.

Kata Kunci: *Baja, Korosi, Laut, Pelampung Baja, PLTGL*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya teknologi dan ekonomi di zaman ini semakin meningkat pula permintaan masyarakat untuk pasokan listrik. Indonesia memiliki banyak potensi energi primer termasuk energi alternatif baru dan terbarukan, seperti contohnya PLTGL atau Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut. PLTGL ini bekerja dengan pelampung (istilah ini digunakan oleh perusahaan *Wave Star Energy*) sebagai komponen utamanya, karena pelampunglah yang digerakkan oleh gelombang atau ombak naik turun dan akan menggerakkan pompa hidrolik. Sebagai komponen utama yang amat penting pelampung baja pada pembangkit listrik tenaga gelombang laut ini harus mempunyai kekuatan serta ketahanan terhadap korosi karena pelampung baja ini akan diletakkan di air laut yang mana air laut itu sendiri bersifat sangat korosif.

Sebagai hasil interaksi redoks antara logam dan banyak bahan kimia di lingkungannya, korosi adalah penghancuran atau degradasi logam yang menghasilkan produksi senyawa yang tidak diinginkan. Interaksi oksidasi dan reduksi antara material dan lingkungannya inilah yang memicu terjadinya proses korosi. Proses reduksi terjadi antara dua unsur yang memperoleh elektron, sedangkan reaksi oksidasi digambarkan sebagai peristiwa yang menghasilkan elektron. Tidak mungkin untuk mencegah terjadinya korosi.

Pelampung memerlukan baja yang memiliki ketahanan korosi yang baik (laju korosi rendah). Material pelampung yang dipilih dalam penelitian ini adalah SS400, SPAH 3125, dan S45C.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi laju korosi dari baja S45C, baja SPAH 3125, dan baja SS400 dalam simulasi gelombang laut. Media korosif merupakan air laut Pantai Kapuk Jakarta.

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Baja

Besi murni atau ferrit merupakan beis yang relatif lunak dan liat serta bisa ditempa, walaupun tidak begitu kuat dikarenakan besi jenis ini tidak mengandung karbon di dalamnya. Hampir semua besi jenis ini memiliki kekuatan batas tarik di kisaran angka 40.000 psi. Dengan menambahkan unsur karbon pada besi murni ini dengan presentasi sekitar 0,05% hingga 1,7% akan menghasilkan material yang biasa disebut baja (Afandi et al. 2015).

2.2 Baja SS400

Besi Jenis baja karbon struktural yang umum digunakan dalam pembuatan dan konstruksi adalah baja SS400, yang memiliki komposisi;

Tabel 1 Komposisi Kimia Baja SS400

Unsur	C	Si	Mn	S	P	Cr
(%)	0,04	0,016	0,18	0,014	0,018	0,042

2.3 Baja SPAH 3125

Baja SPA-H adalah kelas material dan penunjukan yang ditentukan dalam standar JIS G3125, yang memiliki komposisi ;

Tabel 2 Komposisi Kimia Baja SPAH 3125

Unsur	C	Si	Mn	S	P	Cr
%	0,12	0,75	0,60	0,035	0,015	1,25

2.4 Baja S45C

Baja S45C merupakan jenis baja yang dapat disebut baja karbon sedang karena mengandung 0,3% hingga 0,5% karbon, yang memiliki komposisi (Zayadi et al. 2022) ;

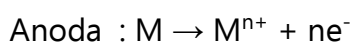
Tabel 3 Komposisi Kimia Baja S45C

Unsur	C	Si	Mn	S	P	Cr
%	0,30 - 0,50	0,15 – 0,35	0,50 – 0,80	0,035	0,035	-

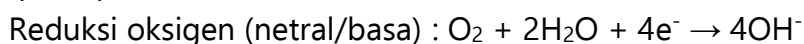
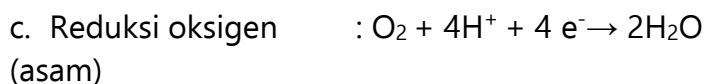
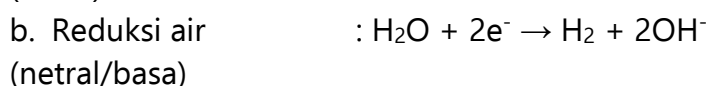
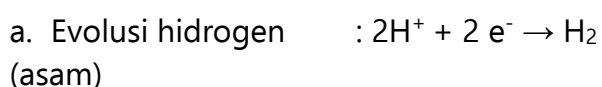
2.5 Korosi

Korosi didefinisikan juga sebagai terjadinya kerusakan pada material sebagai akibat adanya reaksi kimia yaitu elektrokimia material tersebut dengan lingkungannya. Korosi disebut reaksi elektrokimia karena merupakan reaksi kimia yang menghasilkan potensial listrik, yang terdiri dari reaksi reduksi dan juga reaksi oksidasi. (Dody, 2021)

Reaksi korosi logam melibatkan dua proses setengah sel: oksidasi di anoda dan reduksi di katoda. Proses korosi menghasilkan reaksi katoda dan anoda yang dapat dilihat di bawah ini (Fontana and Greene, 1987)



Katoda :



2.6 Laju Korosi

Kecepatan perambatan atau laju kerusakan material dari waktu ke waktu dikenal sebagai laju korosi. Tingkat korosi biasanya diperkirakan dalam mil per tahun (mpy, standar Inggris) atau milimeter per tahun (mmpy, standar internasional). Nilai ketahanan korosi material biasanya berkisar antara 1 hingga 200 mpy. Berdasarkan laju korosi, ketahanan material dikategorikan dalam Tabel 4 di bawah ini. Hubungan antara laju korosi dan ketahanan korosi ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini (Afandi et al. 2015);

Tabel 4 Korelasi Antara Ketahanan Korosi Dan Laju Korosi

Relative Corrosion resistance	Approximate Metric Equivalent				
	mpy	mm/year	µm/yr	nm/yr	pm/sec
Outstanding	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
Excellent	1 - 5	0.02 - 0.1	25 - 100	2 - 10	1 - 5
Good	5 - 20	0.1 - 0.5	100 - 500	10 - 50	5 - 20
Fair	20 - 50	0.5 - 1	500 - 1000	50 - 100	20 - 50
Poor	50 - 200	42125	1000 - 5000	150 - 500	50 -200
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+	200+

Berdasarkan metode pengukurannya, laju korosi diukur dalam satuan *millimeters per year* (mmpy) dan mewakili laju penetrasi logam pada suatu permukaan atau kehilangan berat per satuan luas. Besarnya laju korosi dapat dihitung dengan rumus perhitungan di bawah ini :

$$\text{Corrosion rate (mmpy)} = ((K \times W))/((A \times T \times D)) \quad [1]$$

K = Konstanta ($8,76 \times 10^4$)

w = penurunan massa (g)

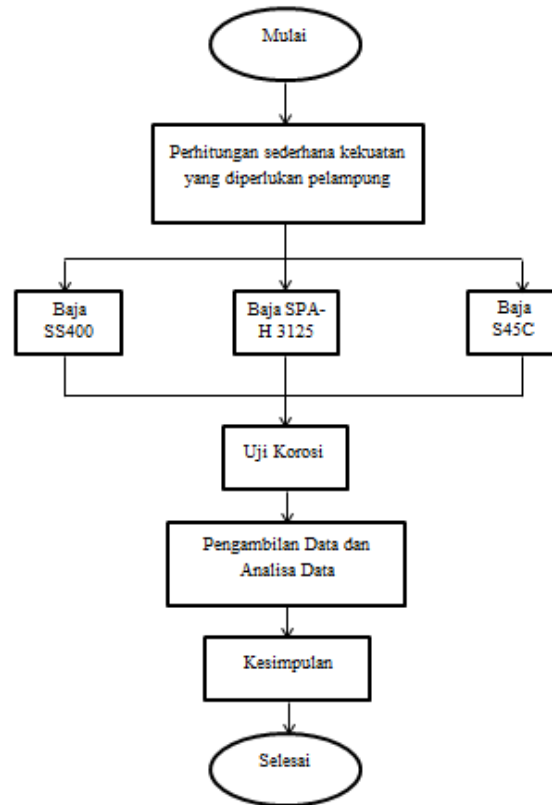
A = Luas penampang (cm²)

T = Waktu pengujian (jam)

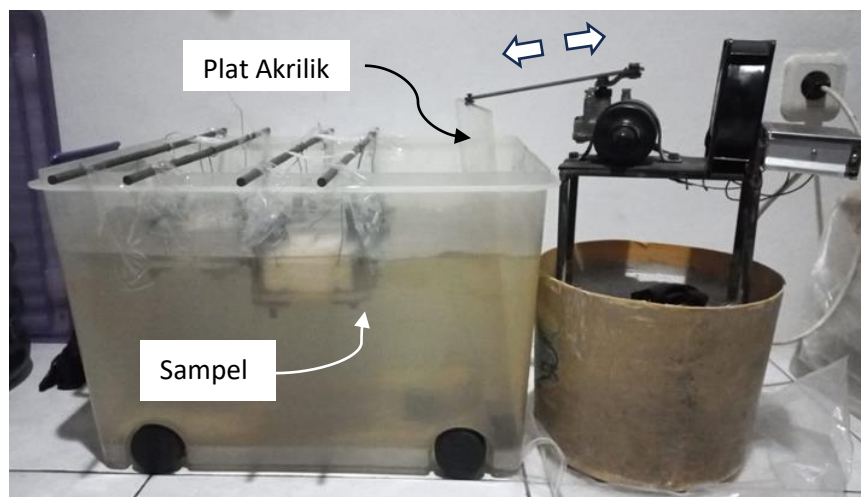
D = Massa jenis sampel (g/cm³) (Indrayani 2016)

III METODE

Baja S45C, Baja SPAH 3125, dan Baja SS400 masing- masing dipotong menjadi beberapa sampel. Ukuran sampel adalah 40 x 40 mm. Sampel kemudian diamlplas. Sampel kemudian diletakkan dibagian bawah pelampung dan kemudian di letakkan diatas permukaan air dalam bak seperti terlihat pada Gambar 2. Mekanisme ombak buatan sebagai berikut. Perputaran motor wiper akan menyebabkan tuas penghubung antara motor dengan plat akrilik bergerak maju dan mundur. Pergerakan tuas akan diikuti gerak maju mundurnya plat akrilik sehingga membuat gerakan ombak pada media air laut di dalam box. Lama perendaman sampel dalam waktu 24 jam, 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu. Uji korosi menggunakan metode kehilangan berat.



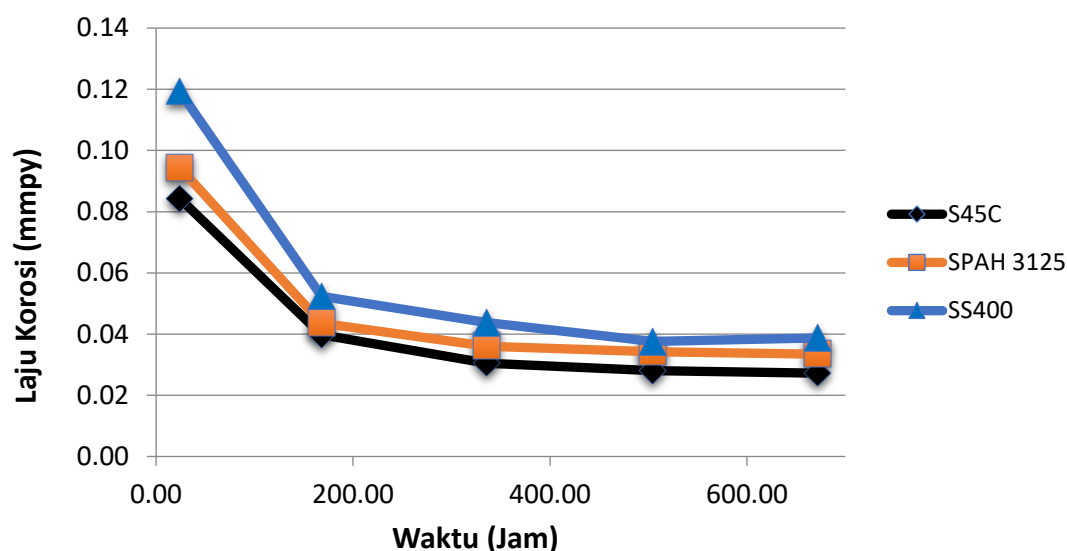
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Mesin Simulasi Pembuat Ombak

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan didapatkan data rata-rata laju korosi sebagaimana terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju Korosi Sampel

Gambar 3 memperlihatkan bahwa nilai laju korosi tertinggi terjadi bila waktu perendaman 24 jam. Penambahan waktu perendaman ke 336 jam diikuti dengan penurunan tajam dari nilai laju korosi. Penambahan waktu perendaman berikutnya ikuti nilai laju korosi yang landai.

Pada waktu perendaman 24 jam, laju korosi SS400, SPAH 3125 dan S45C masing masing adalah 0,1193 mmpy, 0,0944 mmpy dan 0,0843 mmpy. Nilai laju korosi masing – masing logam turun dengan tajam ketika waktu perendaman bertambah menjadi 336 jam. Nilai laju korosi SS400, SPAH 3125 dan S45C masing-masing menjadi 0.0438 mmpy; 0.0361 mmpy (SPAH 3125); 0,0305 mmpy (S45C). Nilai Laju korosi kemudian landai ketika waktu perendaman melebihi 336 jam.

Gambar 3 di atas memperlihatkan bahwa untuk waktu perendaman selama 672 jam nilai laju korosi yang paling besar dimiliki oleh baja SS400 0,0388 mmpy, lalu baja SPAH 3125 yang laju korosinya adalah 0,0334 mmpy dan yang terkecil nilai laju korosinya adalah baja S45C yang memiliki nilai laju korosi sebesar 0,0272 mmpy. Perbedaan laju korosi tersebut disebabkan karena baja SS400 memiliki presentase atau komposisi kimia unsur C (karbon) paling rendah yaitu 0,04% dapat dilihat pada Tabel 1. Baja SPAH 3125 presentase unsur karbonnya sebesar 0,12% dan baja S45C adalah 0,3-0,5% sesuai dengan Tabel 2 dan Tabel 3.

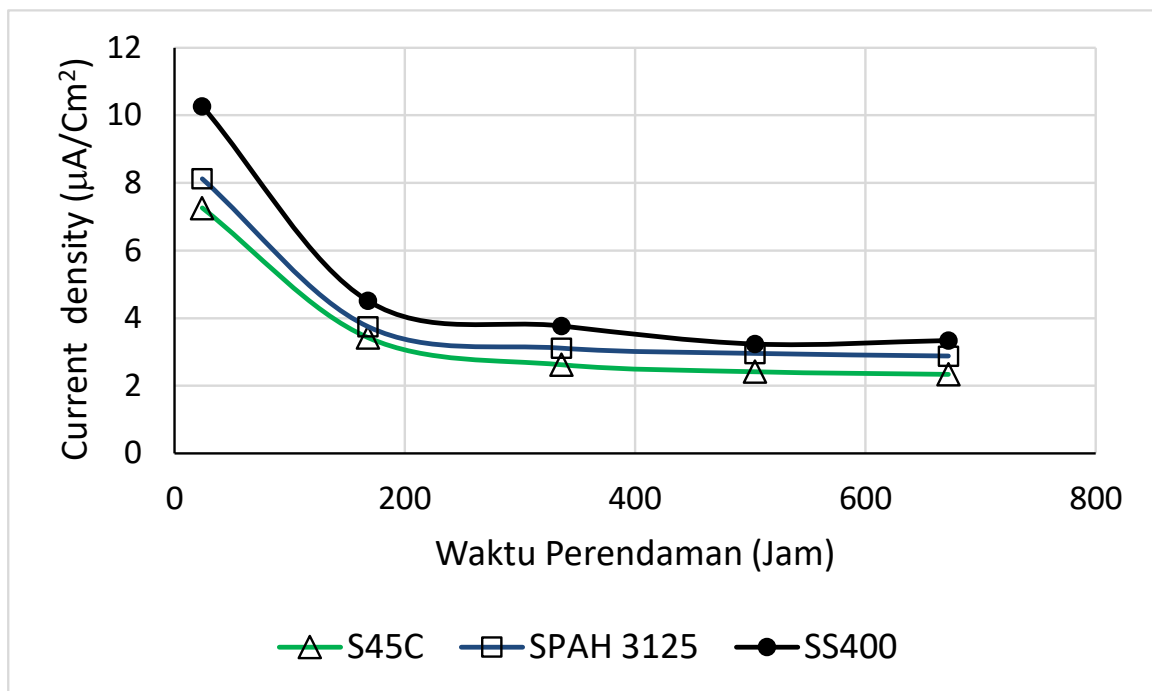
Laju korosi berkaitan erat dengan *current density* sebagai mana tertulis dalam persamaan

$$\text{Laju korosi} = \frac{K.a.i}{n.D} \quad [2]$$

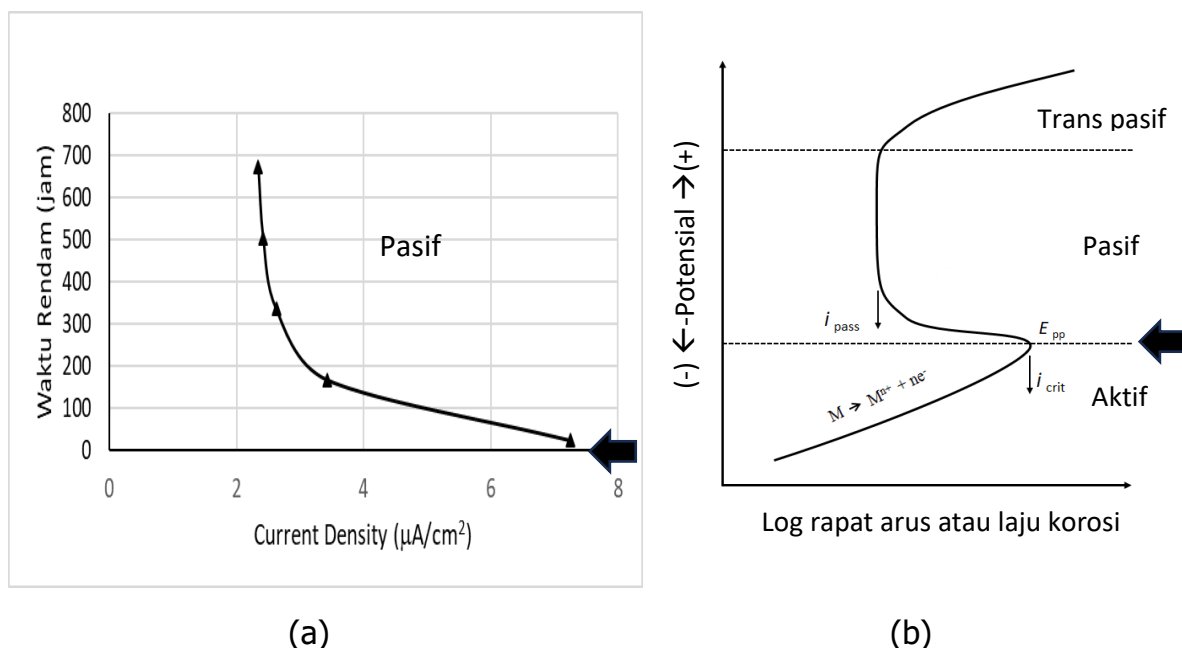
K	: 0.0032	i	: <i>Current density</i> ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)
a Fe (berat atom)	: 55,847	n Fe	: 2 (electron)
D (density)	: 7,86 (gram/cm^3)	Laju Korosi	: Millimeter/year

Penurunan laju korosi yang tajam dari waktu perendaman 24 jam ke 336 jam, disebabkan terjadinya *current density* pada masing masing baja, sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Pada waktu perendaman lebih dari 336 jam, laju korosi landau (steady). Pada awal perendaman pelepasan ion logam ke media korosif adalah tinggi. Namun kemudian pelepasan ion logam menurun seiring dengan penambahan waktu perendaman. Pada tahapan ini, pada permukaan baja terbentuk lapisan tipis sehingga permukaan logam menjadi pasif. Fenomena ini dikenal dengan pasivasi pada logam.

Gambar 5a. merupakan grafik yang memperlihatkan perubahan nilai *current density* akibat peningkatan waktu perendaman baja S45C. Fenomena pasivasi diilustrasikan dalam kurva polarisasi (Gambar 5b). Pada potensial rendah, laju korosi meningkat sejalan dengan kenaikan potensial. Namun setelah mencapai *potensial pasivasi primer* (EPP), laju korosi menurun drastis hingga rapat arus pasivasi (*I pass*) karena terbentuk lapisan pasif yang menghalangi reaksi korosi.



Gambar 4. Hubungan nilai *current density* akibat penambahan waktu perendaman.



Gambar 5. Perubahan *current density* seiring peningkatan waktu rendam (a).
Ilustrasi Kurva Polarisasi pada Reaksi Anodik (b).

III. KESIMPULAN

Kesimpulan berisi sebagai berikut: Pada waktu perendaman 672 jam. Baja SS400 memiliki nilai laju korosi tertinggi yaitu 0,0388 mmpy. Baja SPAH 3125 memiliki nilai laju korosi yaitu 0,0334 mmpy. Baja SS400 memiliki nilai laju korosi terendah 0,0272 mmpy.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Yudha Kurniawan et al. 2015. "Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating." *Jurnal Korosi* 4(1): 1–5.
- Dody Prayitno, Joko Riyono, C. Eni Pujiastuti, E. Shintadewi J. 2021. "Korosi: Mekanisme Dan Pencegahannya." *Kocenin Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1(1): 17–24.
- Fontana, Mars, and ND Greene. 1987. "Mars Fontana-Corrosion Engineering (Www.Iranidata.Com).Pdf." :
- Indrayani, Novi Laura. 2016. "Studi Pengaruh Ekstrak Eceng Gondok Sebagai Inhibitor Korosi Untuk Pipa Baja Ss400 Pada Lingkungan Air." *Jurnal Imiah Teknik Mesin* 4(2): 47–56. <http://ejournal-unisma.net>.
- Nasution, Muslih. 2018. "Karakteristik Baja Karbon Terkorosi." *Buletin Utama Teknik* 14(1): 68–76.
- Zayadi, Ahmad, Sungkono, Masyhudi, and Ekky Setyawan T. 2022. "Pengaruh Waktu Tempering Terhadap Karakter Baja S45c Pasca Quenching Pada 950 °C Dan Tempering 500 C." *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan* 7(1): 34–65.