

PENGARUH LAPISAN *COATING ZINC CROMATE* TERHADAP KOROSI BAJA SS400 PLAT KAPAL MENGUNAKAN ALAT UJI SALT SPRAY TEST TYPE GT- 7004L

Anugrah Ramandhika¹, Firman Lukman Sanjaya², Sigit Setijo Budi³, Eko Supriyanto⁴

Email: anugrahramandhika@gmail.com, sanjaya.firman51@gmail.com, sigitsbudi@gmail.com, ekos@gmail.com

^{1,2,3,4,5}D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan bersama Tegal, Jl Mataram

Abstrak

Korosi merupakan kerusakan atau degradasi logam karena reaksi dengan lingkungan yang korosif. Korosi juga merupakan suatu masalah yang sering terjadi pada lambung kapal saat pengoprasian dimana korosi dapat merusak pada bagian tertentu yaitu pada bagian yang terkontak dengan udara bebas dan air laut yang merupakan faktor penyebab timbulnya korosi. Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada lambung kapal maka perlu mengaplikasikan pelapisan *zinc cromate* pada lambung kapal agar dapat meningkatkan mutu Pengaruh laju korosi pada spesimen *coating zinc cromate* pada plat baja SS400 plat kapal dengan waktu 24 jam menunjukkan rata-rata laju korosi 0.020254 mmpy. waktu 48 jam menunjukkan rata-rata laju korosi 0,204743 mmpy. waktu 72 jam menunjukkan rata-rata laju korosi 0.339970 mmpy.

Kata kunci: *Lambung kapal, zinc cromate, laju korosi.*

Abstract

Corrosion is the damage or degradation of metals due to reactions with corrosive environments. Corrosion is also a problem that often occurs on ship hulls during operation where corrosion can damage certain parts, namely in parts that are in contact with free air and sea water which are the factors that cause corrosion. To avoid damage to the hull, it is necessary to apply zinc cromate coating on the hull in order to improve the quality. The effect of corrosion rate on zinc cromate coating specimens on SS400 steel plate ship plate with a time of 24 hours showed an average corrosion rate of 0.020254 mmpy. time 48 hours showed an average corrosion rate of 0.204743 mmpy. time 72 hours showed an average corrosion rate of 0.339970 mmpy.

Keywords: *Hull, zinc cromate, corrosion rate.*

1. Pendahuluan

Industri transportasi laut harus diimbangi pada peningkatan mutu dalam pembangunan kapal. Selain membangun kontruksi kapal, industri transportasi laut juga melayani perawatan seperti pada mesin kapal dan korosi pada lambung kapal. Hal ini karena lambung kapal dapat bersentuhan langsung dengan air laut yang mengakibatkan kerusakan pada lambung kapal. Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada lambung kapal maka perlu mengaplikasikan pelapisan pada lambung kapal agar dapat meningkatkan mutu dan keselamatan pada kapal, [1]. Lambung kapal dapat bersentuhan langsung dengan air laut yang mengakibatkan kerusakan pada lambung kapal. Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada lambung kapal maka perlu mengaplikasikan pelapisan pada lambung kapal agar dapat meningkatkan mutu dan keselamatan pada kapal, [2]. Korosi adalah persoalan yang sangat sering dialami oleh baja yang menyebabkan menurunnya kualitas. Untuk menanggulangi pencegahan korosi pada baja di perlukan *coating* yang mengandung anti karat atau *zinc cromate* untuk mencegah korosi pada industri kapal setelah melakukan pabrikasi pada kapal, [3].

2. Landasan Teori

2.1 Korosi

Korosi merupakan kerusakan atau *degradasi* logam karena reaksi dengan lingkungan yang korosif [4]. Korosi juga merupakan suatu masalah yang sering terjadi diatas kapal saat pengoprasian dimana korosi dapat merusak pada bagian tertentu yaitu pada bagian yang terkontak dengan udara bebas dan air laut yang merupakan faktor penyebab timbulnya korosi.

2.2 Mekanisme Korosi

Mekanisme korosi ini tidak beda dari reaksi elektrokimia. Pada reaksi elektrokimia ada perpindahan *electron-electron*. Perpindahan *electron* adalah hasil redoks (reduksi-oksidas). Mekanisme korosi ini ialah reaksi elektrokimia yang melibatkan reaksi *anodic* di daerah *anodic*. Proses korosi besi ini akan lebih mudah pada terjadinya suasana asam. Pada jenis logam yang sama, yaitu dari bagian permukaan bisa menjadi anoda dan bagian permukaan tersebut menjadi katoda. Hal ini bisa terjadi karena kemungkinan logam terdiri pada fase yang berbeda – beda, mengapa permukaan logam di lapiasi dengan kondisi *coating* yang berbeda, juga karena di permukaan logam terdapat lebih dari satu macam elektrolit, [5].

2.3 Jenis-Jenis Korosi

1) Korosi Merata

Korosi merata ini biasa terjadi pada permukaan baja yang bersih dan logamnya *homogen*,

Jika di biarkan pada udara biasa dalam waktu beberapa bulan maka akan menimbulkan korosi merata pada seluruh permukaan.



Gambar 1. Korosi merata.

2) Korosi berbentuk sumur

Korosi jenis ini biasa terjadi pada komposisi logam yang tidak *homogen* maka menimbulkan korosi yang dalam pada beberapa tempat. Hal ini juga dapat terjadi ketika adanya kontak antara logam yang berlainan dan logam yang kurang mulia menimbulkan korosi berbentuk sumur.



Gambar 2. Korosi sumur.

3) Korosi erosi

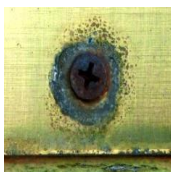
Korosi erosi adalah kerusakan karena erosi dan korosi saling mendukung. Logam yang telah mengenai erosi karena terjadinya keausan dan timbul bagian tajam dan kasar. Pada bagian ini yang mudah timbul korosi dan jika terjadi gesekan bisa timbulnya abrasi yang sangat berat. Korosi erosi juga terjadi karena *impingement corrosion* adalah akibat terjadinya fluida yang deras dan bisa mengikis film pelindung pada baja maka menimbulkan terjadinya korosi.



Gambar 3. Korosi erosi.

4) Korosi galvanik

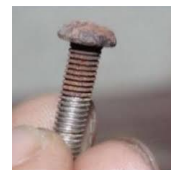
Korosi galvanik adalah korosi yang berkontak dengan tembaga dan dimana tembaga sendiri lebih mulia, Hal ini menimbulkan baja tersebut bersifat *anodic* dan baja akan mengorbankan maka akan menimbulkan korosi berat pada baja, dan tembaga akan tetep utuh.



Gambar 4. Korosi galvanik.

5) Korosi celah

Korosi celah ialah korosi yang terjadi pada antara dua komponen. Mekanisme ini terjadinya korosi celah karena terjadinya korosi merata di luar dan di dalam celah, maka logam terjadi oksidasi dan reduksi oksigen. Hal ini saat oksigen (O₂) didalam celah habis dan di luar celah masih banyak, [6].



Gambar 5. Korosi celah.

6) Korosi pada kapal baja

Penyebab sumber kerusakan terbesar dalam kapal laut adalah korosi. Hingga saat ini pembangunan kapal menggunakan besi dan baja sebagai bahan baku utama pembuatan kapal masih dominan. Dari segi pembiayaan dan kekuatan, pengguna besi dan baja untuk pembangunan kapal memang cukup memadai. Karena besi dan baja sangat reaktif dan mempunyai kecenderungan yang besar terserang oleh korosi air laut. Korosi merupakan suatu proses degradasi pada suatu logam yang di karenakan terjadinya reaksi kimia logam tersebut dengan lingkungan. Korosi pada pelat badan kapal bisa berakibat turunya kekuatan dan umur pakai kapal dan faktor keselamatan dan keamanan pada kapal tersebut.

2.4 Baja Karbon

Baja karbon adalah baja yang banyak di gunakan pada pembangunan infrastruktur atau pada pembangunan kapal karena memiliki sifat mekanik yang baik. Baja karbon atau baja *plan carbon* biasa digunakan untuk berbagai macam kebutuhan karena harganya yang sangat relatif rendah. Baja bersifat pada umumnya sangat di pengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro dalam baja karbon dapat di pengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan campuran lain pada baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja, [7].

2.5 Jenis-jenis baja karbon

1) Baja karbon rendah

Baja karbon rendah atau *Low carbon steel* terkandung karbon di dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja tersebut bukan baja yang terkenal keras karena mengandung karbon yang rendah kurang dari 0,3% C, [8].

2) Baja karbon menengah

Baja karbon menengah memiliki kandungan karbon 0,3% C – 0,6% C (*medium carbon steel*) memungkinkan bisa untuk di keraskan dengan cara di perlakuan panas (*heat treatment*) karena kandungan karbon tersebut.

3) Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,6% C – 1,5% C baja ini memiliki kekerasan tinggi dan

tidak diketahui jarak tegangan lumernya pada tegangan proposional dengan grafik tegangan renggang dan keuletan baja ini bisa terbilang lebih rendah. Pengerasan pada baja karbon tinggi ini tidak di panaskan beda dengan baja karbon rendah.

2.6 Plat Kapal

Pelat kapal adalah pelat yang di tentukan untuk bahan pembuatan instalasi kapal, tetapi untuk pemakaian material ini tidak hanya untuk kapal saja melainkan biasa di gunakan untuk bahan tangki, kontruksi, dan fabrikasi, pada perbedaan material ini yang yang sangat khas adalah ditinjau dari segi ukuran yang lebar dan panjang yaitu 1500mm × 6000mm (5 Ft × 20 Ft) dan 1800mm × 6000mm (6 Ft × 20 Ft) sedangkan untuk spekifikasi material sama dengan pelat hitam biasa yaitu, JIS G3131 SPHC dan JIS G3101 SS400. Terdapat perbedan pada suatu pelat kapal biasa dengan pelat kapal BKI. Pelat baja kapal BKI yaitu pelat baja yang sudah disertifikasi pada kualitasnya dengann badan khusus yaitu, Biro Klarifikasi Indonesia (BKI), [9].

2.7 Uji Laju Korosi

Uji laju korosi pada umumnya dihitung menggunakan metode kehilangan massa (*weight lost*) dan metode elektrokimia. Metode kehilangan massa merupakan menghitung kehilangan massa yang terjadi setelah beberapa waktu perendaman, hal ini sering digunakan pada skala industri dan laboratorium karena peralatan sederhana dan hasil cukup akurat, [10]. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan massa akibat korosi di gunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta W = W_0 - W_1 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- ΔW = Selisih Massa (gram)
- W_0 = Massa sebelum diuji (gram)
- W_1 = Massa setelah diuji (gram)

Metode *weight lost* adalah metode yang diguankan untuk mendapatkan laju korosi, dengan cara menghitung banyaknya material yang hilang setelah di lakukan perendaman sesuai dengan standart ASTM G31-72. Persamaan laju korosi dapat di tunjukan pada persamaan:

$$CR (mpy) = \frac{W \times K}{D.As.T} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- CR = Laju korosi (mppy)
- W = *Weight Lost* (gram)
- K = Konstanta Faktor ($8,76 \times 10^4$)
- D = Desintas Spesimen (g/cm^3)
- As = Luas Permukaan (mm^2)
- T = Waktu (Jam)

Tabel 2.1 Konstanta Konversi Satuan Laju Korosi

Satuan laju korosi yang diinginkan	Nilai K
Mils per tahun (mpy)	$3,45 \times 10^6$
Milimeter per tahun (mppy)	$8,76 \times 10^4$

$$\text{Gram per kuadrat per jam } (g/m^2 \cdot h) \quad 100 \times 10^4 \times D$$

Tabel 2.2 Tabel Massa Jenis/ *Desinty*

Padatan	Massa Jenis (g/cm3)
Baja	7,80
Tembaga	8,90
Aluminium	270

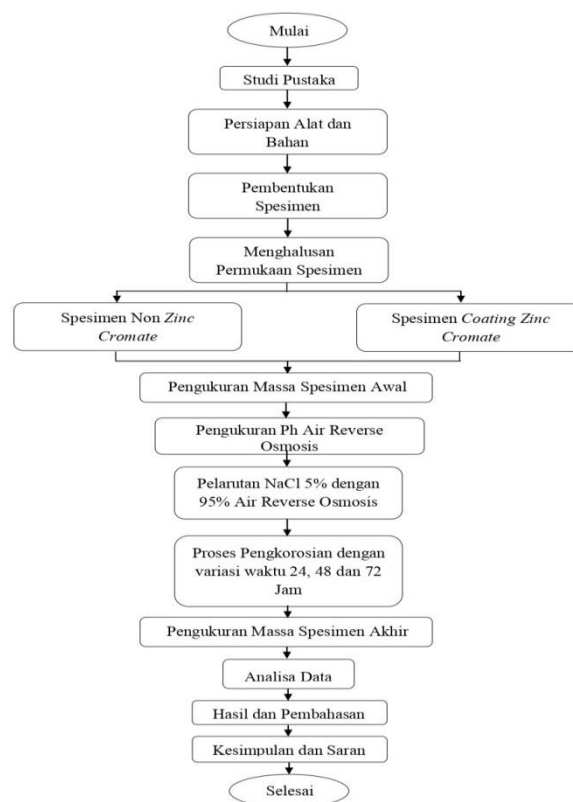
Metode ini apabila dipakai dengan waktu yang begitu lama dan *sustainable* dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat spesimen yang diletakan juga dapat dijalankan sebagai referensi untuk *treatment* yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat spesimen yang diteliti, berdasarkan data laju korosi yang didapat kriteria ketahanan korosi ditentukan sangat relatif untuk setiap spesimen.

Tabel 2.3 Kriteria Ketahanan Laju Korosi

Relatif Corrosion Resistance	Approximate metric equivalent				
	mpy	mppy	$\frac{\mu m}{yr}$	$\frac{mm}{hr}$	$\frac{pm}{sec}$
Outstanding	<1	<0.02	<25	<2	<1
Excellent	1 - 5	0.002 - 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 - 150	20 - 50
Poor	50 - 200	1 - 5	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200

3. Metodologi Penelitian

3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 6. Diagram Alur Penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Uji Laju Korosi

Perhitungan laju korosi pada penelitian ini menggunakan metode kehilangan massa. Formula untuk menghitung laju korosi dengan kehilangan massa adalah sebagai berikut:

$$CR \text{ (mmpy)} = \frac{W \times K}{D \times A_s \times T} \dots \dots \dots (3)$$

Contoh perhitungan spesime 1A raw material :

- W₀ = 104.2 gram
- W₁ = 104 gram
- K = 8.76 x 10⁴
- D = 7.80 gr/cm³
- A_s = (2x ((p x l) + (p x t) + (l x t)))
- T = 24 Jam

$$CR = \frac{(W_0 - W_1) \times 8,76 \times 10^4}{7,80 \times (2 \times ((p \times l) + (p \times t) + (l \times t))) \times 24}$$

$$= \frac{(104,2 - 104) \times 8,76 \times 10^4}{7,80 \times (2 \times ((30,5 \times 30,6) + (30,5 \times 10) + (30,6 \times 10))) \times 24}$$

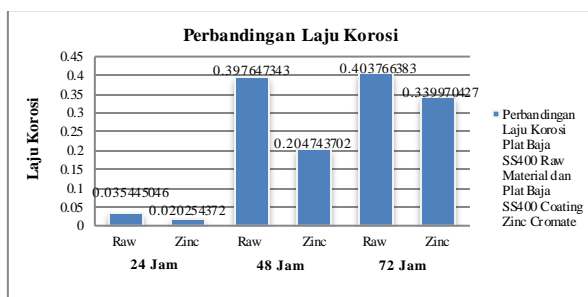
$$= \frac{0,2 \times 8,76 \times 10^4}{7,80 \times (2 \times (933,3 + 305 + 306)) \times 24}$$

$$= \frac{17520}{7,80 \times 3088,6 \times 24} = \frac{17520}{578185,9} = 0,03030267 \text{ mmpy}$$

Jadi laju korosi pada spesimen 1A raw material dengan proses pengkabutan 24 jam dan menggunakan salinitas 5% adalah 0,03030267 mmpy.

Tabel 4.3 Uji Laju Korosi

Kode Spesimen	T (Jam)	p (mm)	l (mm)	t (mm)	A _s (mm ²) 2x ((p x l) + (p x t) + (l x t))	W ₀ (Gram)	W ₁ (Gram)	ΔW (Gram) W ₀ - W ₁	K (mmpy)	D (g/cm ³)	CR (mm/y)	
											(W x K) / (D.As.T)	
Raw Material	1A	24	30.5	30.6	10	3088.6	104.2	104	0.2	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.030301672
	2A	24	30.4	30.5	10	3072.4	104	103.8	0.2	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.030461445
	3A	24	30.5	30.5	10	3080.5	95.2	94.9	0.3	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.045572023
Rata - Rata	24	30.47	30.5	10	3080.5	101.133	100.9	0.233333333	8.76 x 10⁴	7.80	0.035445046	
Coating Zinc Cromate	1A	24	30.6	30.5	10	3088.6	102	101.9	0.1	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.015150836
	2A	24	30.6	30.5	10	3088.6	102	101.9	0.1	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.015150836
	3A	24	30.4	30.5	10	3072.4	104	103.8	0.2	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.030461445
Rata - Rata	24	30.53	30.5	10	3083.2	102.667	102.53	0.133333333	8.76 x 10⁴	7.80	0.020254372	
Raw Material	1B	48	30.6	30.5	10	3088.6	104.5	100	4.5	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.340893808
	2B	48	30.4	30.4	10	3064.32	103	97	6	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.458126486
	3B	48	30.6	30.5	10	3088.6	102.2	97	5.2	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.393921734
Rata - Rata	48	30.53	30.5	10	3080.506667	103.233	98	5.233333333	8.76 x 10⁴	7.80	0.397647343	
Coating Zinc Cromate	1B	48	30.5	30.4	10	3072.4	105.4	102.4	3	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.228460837
	2B	48	30.6	30.6	10	3096.72	109.2	106.3	2.9	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.219111073
	3B	48	30.6	30.5	10	3088.6	100	97.8	2.2	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.166659195
Rata - Rata	48	30.57	30.5	10	3085.906667	104.867	102.17	2.7	8.76 x 10⁴	7.80	0.204743702	
Raw Material	1C	72	30.55	30.6	10	3088.605	107.8	99.9	7.9	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.398971366
	2C	72	30.5	30.2	10	3056.2	93.6	85.6	8	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.408305493
	3C	72	30.5	30.6	10	3088.6	101.4	93.4	8	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.404022291
Rata - Rata	72	30.52	30.5	10	3077.801667	100.933	92.967	7.966666667	8.76 x 10⁴	7.80	0.403766383	
Coating Zinc Cromate	1C	72	30.6	30.5	10	3088.6	104.6	100	4.6	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.232312817
	2C	72	30.6	30.6	10	3096.72	107	104.6	2.4	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.284444395
	3C	72	30.5	30.6	10	3088.6	100.4	95.6	4.8	8.76 x 10 ⁴	7.80	0.242413375
Rata - Rata	72	30.57	30.6	10	3091.306667	104	100.07	3.933333333	8.76 x 10⁴	7.80	0.253056862	



Gambar 7. Grafik perbandingan Laju Korosi plat baja SS400 Raw Material dan plat baja SS400 Coating Zinc Cromate.

Nilai laju korosi pada raw material plat baja SS400 plat kapal dengan pengujian selama 24 jam adalah 0,035445046 *mmpy* dan nilai laju korosi pada plat baja SS400 plat kapal coating zinc cromate dengan pengujian selama 24 jam adalah 0,020254372 *mmpy*. Nilai laju korosi pada raw material plat baja SS400 plat kapal dengan proses pengujian selama 48 jam adalah 0,397647343 *mmpy* sementara nilai laju korosi pada plat baja SS400 plat kapal coating zinc cromate dengan proses pengujian selama 48 jam adalah 0,204743702 *mmpy*. pengujian 72 jam nilai laju korosi raw material plat baja SS400 plat kapal menunjukkan dengan angka lebih tinggi 0,403766383 *mmpy*, jika dibandingkan dengan hasil plat baja SS400 plat kapal coating zinc cromate dengan menunjukkan hasil angka lebih kecil 0,339970427 *mmpy* dari hasil tersebut dikarenakan lamanya proses pengujian. Kriteria ketahan laju korosi terhadap raw material plat baja SS400 plat kapal dan plat baja SS400 coating zinc cromate dilampirkan pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Kriteria Ketahanan Laju korosi Raw material dan Coating Zinc Cromate pada plat baja SS400 plat kapal

Kriteria Ketahanan Laju Korosi			
Kode Spesimen	Waktu (Jam)	Laju Korosi (mmpy)	Relatif Corrosion Resistance
Raw Material	24	0,035445046	Excellent
Coating Zinc Cromate	24	0.020254372	Excellent
Raw Material	48	0,397647343	Good
Coating Zinc Cromate	48	0,204743702	Good
Raw Material	72	0,403766383	Good
Coating Zinc Cromate	72	0.253056862	Good

5. Kesimpulan

Pengaruh laju korosi pada spesimen coating zinc cromate pada plat baja SS400 plat kapal dengan waktu 24 jam menunjukkan rata-rata laju korosi 0.020254 *mmpy*. Kemudian dengan waktu 48 jam menunjukkan rata-rata laju korosi 0,204743 *mmpy*. Pengujian pada waktu 72 jam menunjukan rata-rata laju korosi 0.339970 *mmpy*. Oleh karena itu laju korosi dengan angka korosi tertinggi adalah pada spesimen raw material, hal ini karena raw material tidak memiliki lapisan pada saat pengujian laju korosi.

Daftar Pustaka

- [1]. Admaja, Daffa Torresa. 2022. “Analisa Penanganan Korosi Di Atas Kapal MT. Ketaling.” Skripsi, Politeknik Maritim Negeri Indonesia.
- [2]. Affandi, Affandi, Syifaul Huzni, Ahmad Marabdi Siregar, Chandra A. Siregar, Arya Rudi Nasution, Iqbal Tanjung, And Syarizal Fonna. 2020. “Analisa Korosi Atmosferik Baja Karbon Rendah Di Kecamatan Medan Belawan.” *Multitek Indonesia* 14(2):80–88. Doi: 10.24269/Mtkind.V14i2.2841.
- [3]. Erlandhi, Donnie. 2020. “Analisis Laju Korosi Pada Permukaan Material Baja Komersil Dan Aluminium Dalam Media Air Laut Yang Agitasi.” Skripsi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [4]. Muhammad R.W, Dicki N. Z, Rahmat K. 2019. “Analisa Laju Korosi Baja Karbon St 60 Terhadap Larutan Hidrogen Klorida (Hcl) Dan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH).” 1:88–102.
- [5]. Noesantara, Gallegar Thatit De. 2020. “Pencegahan Dan Penanggulangan Korosi Pada Lambung Kapal MV.Manalagi Yasa Untuk Memaksimalkan Usia Layak Pakai Kapal.” Skripsi Politeknik Pelayaran Surabaya
- [6]. Octaviyan Adi. 2018. “Cat Epoksi Terhadap Kekuatan Adhesi Dan Tingkat Blistering Pada Baja Api 5l DI.” Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [7]. Oktarina. O, Kurniawati. K, Budi. A.S., Program Studi, And Teknik Perkapalan. 2021. “Analisis Laju Korosi Material Plat Kapal Hlb4004 Menggunakan Media Di Perairan Pelabuhan Tanjung.” *Jurnal Redoks Universitas PGRI Palembang* 6(2015):80–85.
- [8]. Prakoso, Bagas. 2019. “Perbandingan Cat Yang Mengandung Zinc Chromate dan Cat Yang Mengandung Urethane Dalam Pengendalian Laju Korosi Pelat Baja Grade A 36.” *Prosiding Seminar Nasional Kelautan XIV Universitas Hang Tuah, Surabaya*. Hal 50–57.
- [9]. Royani, A. 2021. “Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Media Air Laut.” *Jurnal Simetrik* 10(2):344. Doi: 10.31959/Js.V10i2.493.
- [10]. Sinaga, A.J., dan Manurung, C. 2020. “Analisa Laju Korosi Dan Kekerasan Pada Stainless Steel 316 L Dalam Larutan 10 % Nacl Dengan Variasi Waktu Perendaman.” *Sprocket Journal Of Mechanical Engineering* 1(2):92–99. Doi: 10.36655/Sprocket.V1i2.186.