

# Analysis of The Effect of Temperature and Heating Time on ASTM A572 Steel as A Material for Making Incinerator Combustion Chamber on The Rate of Corrosion

Eko Nugroho<sup>1\*</sup>, Nurlaila Rajabiah<sup>2</sup>, Untung Surya Dharma<sup>3</sup>, Kristian Latif<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
JL. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia.

<sup>4</sup>Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
JL. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

\*Corresponding author: [exonugros@gmail.com](mailto:exonugros@gmail.com)

## Abstract

*Corrosion is the degradation of metal quality caused by a reaction between the environment and the material. Generally, corrosion problems are caused by water. However, there are several factors other than water that influence the corrosion rate, such as temperature. An increase in temperature in a corrosive system will increase the rate of corrosion. This is caused by an increase in the active energy of the particles involved in the corrosion reaction. The aim of this research was to determine the effect of temperature and firing time on the corrosion rate of ASTM A 572 steel material. The research method used was experimental, using ASTM A 572 steel plates measuring 5 cm wide and 7 cm long with a thickness of 5 mm with the heating process used being 3 hours, 5 hours and 7 hours at temperatures of 600°C, 650°C and 700°C. The results of the research on the effect of temperature and firing time on the corrosion rate of ASTM A 572 steel material showed that the lowest average corrosion value was 0,3947 mm/year with a testing time of 3 hours at a temperature of 600°C. Then the highest average corrosion value was obtained, namely 8,0937 mm/year with a testing time of 7 hours at a temperature of 700°C*

**Keywords:** Heating temperature, heating time, corrosion rate, ASTM A572, combustion chamber, incinerator

## Abstrak

Korosi adalah degradasi kualitas logam yang disebabkan adanya reaksi antara lingkungan dengan material. Umumnya problem korosi disebabkan oleh air. Tetapi ada beberapa faktor selain air yang mempengaruhi laju korosi seperti faktor *temperatur*. Kenaikan *temperatur* dalam suatu sistem *korosif* akan meningkatkan laju korosi. Ini disebabkan oleh peningkatan energi aktif partikel yang terlibat dalam reaksi korosi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *temperatur* dan waktu pembakaran terhadap laju korosi pada material baja ASTM A 572. Metode penelitian yang dilakukan yaitu *eksperimental*, dengan menggunakan plat baja ASTM A 572 berukuran lebar 5 cm dan panjang 7 cm dengan ketebalan 5 mm dengan proses waktu pemanasan yang digunakan yaitu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam pada temperatur 600°C, 650°C, dan 700°C. Hasil penelitian pengaruh *temperatur* dan waktu pembakaran terhadap laju korosi pada material baja ASTM A 572 di dapat hasil laju korosi rata-rata terendah yaitu 0,3947 mm/year dengan waktu pengujian selama 3 jam pada temperatur 600°C. Kemudian di dapat hasil laju korosi rata-rata tertinggi yaitu 8,0937 mm/year dengan waktu pengujian 7 jam pada temperatur 700°C.

**Kata kunci:** temperatur pemanasan, waktu pemanasan, laju korosi, ASTM A572, ruang bakar, incenerator

## 1. Pendahuluan

Incinerator adalah salah satu sistem pengolahan sampah yang menggunakan proses pembakaran untuk mengubah sampah menjadi bentuk lain melalui transformasi kimia. Dalam proses ini, sampah padat dibakar sehingga berubah menjadi gas, cairan, dan produk padat yang terkonversi, dengan pelepasan energi panas.

Prinsip dasar dari proses ini adalah insinerasi, yaitu membakar sampah untuk mengurangi volumenya dan mengubahnya menjadi material yang lebih mudah dikelola [1]. Bagian pertama atau Primary Chamber menjalankan fungsi sebagai lokasi pembakaran limbah. Bahan pembutan pada dinding chamber incenerator menggunakan bahan baja dikarenakan bahan baja

memiliki keuntungan dari segi kekuatan dan keuletan. Akibat pengaruh panas incenerator yang mencapai 800°C dan media sampah yang mengandung asam, korosi dapat terjadi pada chamber incenerator.

Baja ASTM A 572 adalah jenis baja struktural dengan kekuatan tinggi yang sering digunakan dalam konstruksi. Baja ini dikategorikan berdasarkan standar ASTM A 572 yang menetapkan spesifikasi untuk baja dengan berbagai grade, seperti grade 42, 50, 55, dan 65. Baja ini menawarkan keseimbangan antara kekuatan, ketangguhan, dan keuletan, serta sering digunakan dalam aplikasi seperti jembatan dan gedung [2]. Baja ASTM A 572 adalah baja struktural yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan industri. Kelebihan pada baja ASTM A 572 yaitu memiliki kekuatan yang tinggi, kelengkapan grades, kemampuan pengelasan yang baik, ketahanan terhadap kelelahan, dan pada baja ASTM A 572 memiliki kekurangan seperti korosi, harga yang relatif lebih mahal, serta keterbatasan ketebalan.

Korosi temperature tinggi didefinisikan sebagai proses penurunan atau degradasi kualitas suatu material, termasuk penurunan sifat mekanik suatu material akibat pengaruh atmosfer pada temperatur tinggi. Temperatur yang meningkat menunjukkan hal itu tidak ada air di atmosfer, air hanya ada dalam fase gas. Ada dua pengaruh temperatur tinggi terhadap kerusakan logam. Pertama, dengan meningkatnya temperatur, sifat termodinamika dan kinetika reaksi terpengaruh. Artinya degradasi akan terjadi lebih cepat pada temperatur yang lebih tinggi. Kedua, kenaikan temperatur akan berdampak dan mengubah perilaku logam. Kekuatan dan perilaku logam secara keseluruhan juga berubah jika strukturnya berubah. Oleh karena itu, selain kerusakan fisik permukaan atau kerusakan luar, degradasi juga mengakibatkan hilangnya sifat mekanik sehingga membuat logam menjadi rapuh. Atmosfer bersifat oksidatif dan memiliki kemampuan untuk mengoksidasi logam pada temperatur tinggi.

Temperatur tinggi adalah penyebab utama korosi di atmosfer ini. Korosi temperatur tinggi meliputi interaksi langsung logam dengan gas. Kerusakan mungkin timbul akibat reaksi dengan garam cair, disebut juga garam leburan, yang terbentuk pada temperatur tinggi di lingkungan tertentu [3]

Pengukuran laju korosi pada penelitian ini menggunakan metode penurunan berat pada material ini dapat diterapkan untuk pengujian korosi jika spesimen benda memiliki ukuran yang sama dan telah diuji dengan jarak waktu yang sama. Metode ini bisa dinyatakan sebagai kehilangan berat per satuan luas atau per satuan luas per satuan waktu. Jika massa jenis benda diketahui, kehilangan ketebalan benda per satuan waktu dapat dihitung. Semakin besar angka laju korosinya, maka semakin tidak baik ketahanan korosi dari material tersebut. Begitupun sebaliknya, semakin rendah angka laju korosinya maka semakin baik ketahanan terhadap korosinya.

Persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada pers. (1). Sedangkan untuk konstanta perhitungan nilai korosi dapat dilihat pada tabel 1.

$$Cr = \frac{(w_0 - w_1).K}{A \times T \times D} \quad (1)[4]$$

Keterangan:

Cr	: Laju Korosi	(mm/year)
W <sub>0</sub>	: Massa awal	(gram)
W <sub>1</sub>	: Massa akhir	(gram)
K	: Konstanta laju korosi	(mm/years)
T	: Time of exposure	(jam)
A	: Luas permukaan	(cm <sup>2</sup> )
w	: Kehilangan berat	(gram)
D	: Density	(gr/cm <sup>3</sup> )

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh temperatur dan waktu pemanasan pada baja ASTM A572 terhadap laju korosinya dengan pendekatan jika digunakan sebagai bahan pembuatan chamber incenerator. Batasan pada penelitian ini adalah larutan korosif menggunakan NaCl, waktu perendaman 15 menit dan dibutuhkan waktu 7 hari untuk

pengkorosian sebelum di lakukan perhitungan laju korosi.

Tabel 1. Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya.

Satuan Laju Korosi	Konstanta
<i>Mils per year</i> (mpy)	$3,45 \times 10^6$
<i>Inches per year</i> (ipy)	$3,45 \times 10^3$
Milimeters per year (mm/y)	$8,76 \times 10^4$
<i>Micrometers per year</i> ( $\mu\text{m/y}$ )	$8,76 \times 10^7$

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini eksperimental dengan melakukan pendekatan perlakuan didalam chamber incenerator. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan suatu analisa pengaruh tempratur dan waktu pemanasan pada ruang bakar incinerator terhadap laju korosi.

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Detail tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.

### 2.2 Tahapan Penelitian

#### 1. Tahap Perencanaan

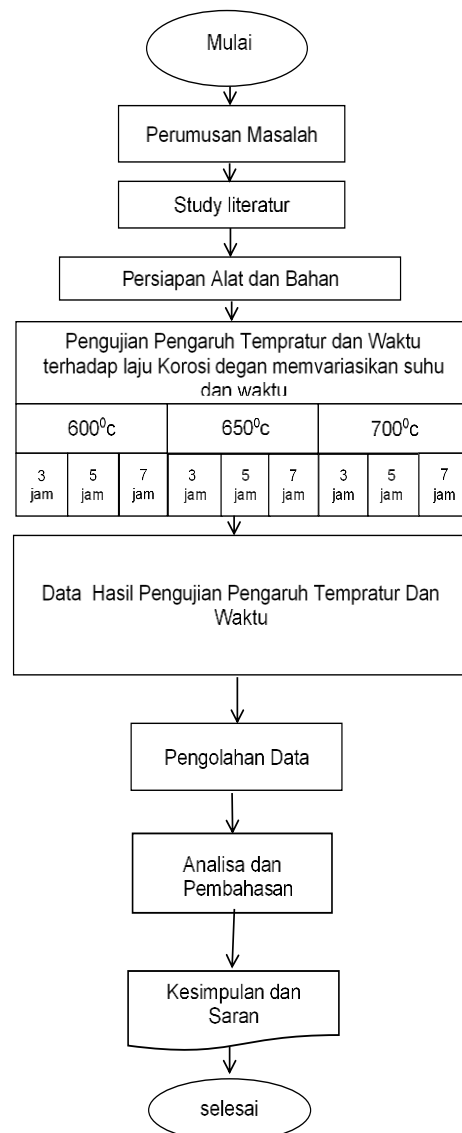
Siapkan alat dan bahan yang diperlukan pada saat ini. mencakup peralatan dan persediaan yang diperlukan yaitu timbangan digital, oven, wadah, sikat, termometer, alat pelindung diri (APD), kain lap, desikan, larutan korosif dan plat baja ASTM A572.

Pada penelitian ini menggunakan spesimen pengujian Baja ASTM A 572 dengan dimensi lebar 5 cm, panjang 7 cm, dan ketebalan 5 mm. Spesimen yang digunakan dalam pengujian ini berjumlah 27 spesimen.

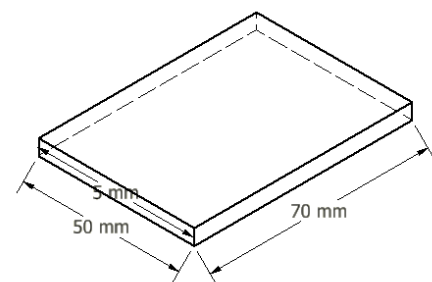
#### 2. Tahap Pelaksanaan

Pengujian nilai korosi pada plat baja ASTM A572 akan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Um Metro. Pengujian nilai korosi dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu pembakaran terhadap nilai korosi, dan untuk mengetahui

pengaruh temperatur pembakaran temperature tinggi terhadap nilai korosi.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Spesimen pengujian (Baja ASTM A572)

### 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan plat baja ASTM A572 yang berukuran lebar 5 cm dan panjang 7cm dengan ketebalan 5 mm.

2. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan seperti timbangan digital, oven, wadah, sikat atau kuas, termometer, alat pelindung diri (APD), kain lap, desikan, dan larutan korosif.
3. Memasukkan plat baja ASTM A572 ke wadah untuk melakukan perendaman dengan menggunakan larutan korosif seperti larutan NaCl atau garam dengan konsentrasi tertentu.
4. Memasukkan plat baja ASTM A572 ke oven dengan temperatur yang akan digunakan yaitu 600 °C, 650 °C, dan 700 °C dengan waktu pemanasan yang akan digunakan selama 3 jam, 5 jam, dan 7 jam. Dan menggunakan termometer untuk mengukur temperatur di dalam oven.
5. Setelah plat baja ASTM A572 dimasukkan ke oven lalu menggunakan kain lap untuk mengeringkan plat baja setelah pembilasan dan melakukan proses pendinginan yang akan dibutuhkan dengan temperatur ruang membutuhkan waktu 7 hari.
6. Menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan, kacamata pelindung, dan jas laboratorium untuk melindungi diri selama pengujian.
7. Menggunakan sikat untuk membersihkan produk korosi dari permukaan plat baja setelah melakukan pengujian. Setelah itu, menggunakan timbangan digital untuk mengukur massa plat baja sebelum dan sesudah pengujian dengan presisi tinggi.
8. Analisa dan pengolahan data serta pembahasan secara statistik dan kajian pustaka sebagai hasil penelitian.
9. Memberikan kesimpulan terhadap hasil penelitian yang didapat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil penelitian untuk mengetahui hasil pengujian nilai berat awal spesimen dan nilai berat akhir spesimen dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

Temperatur (°C)	Waktu (Jam)	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	
600	3	140	139,81	
		140	139,79	
		140	139,80	
	5	4	140	138,94
			140	138,92
			140	138,93
		7	140	138,22
			140	138,24
			140	138,27
650	3	140	138,60	
		140	138,49	
		140	138,54	
	5	4	140	138,40
			140	138,43
			140	138,41
		7	140	137,37
			140	137,34
			140	137,39
	700	3	140	137,55
			140	137,62
			140	137,59
5		4	140	136,70
			140	136,62
			140	136,59
		7	140	135,93
			140	135,83
			140	135,53

#### 3.2 Pengolahan Data

Berdasarkan persamaan pada sub bab pendahuluan dapat dijelaskan bagaimana menghitung laju korosi. Sebagai contoh diambil data pada tabel 2 sebagai berikut :

Diketahui:

Massa Awal ( $W_0$ )	: 140 g
Massa Akhir ( $W_1$ )	: 139,81 g
Luas Permukaan (A)	: 37,5 cm <sup>2</sup>
Waktu Eksposur (T)	: 24 jam x 7 hari = 168 Jam
Densitas Material (D)	: 7,8 g/cm <sup>3</sup>
Konstanta Laju Korosi (K)	: 87,6 x 10 <sup>4</sup>

$$\text{Laju Korosi} = \frac{(W_0 - W_1) \cdot K}{A \cdot T \cdot D}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(140g - 139,81g) \times (8,76 \times 10^4)}{35 \text{ cm}^2 \times 168 \text{ jam} \times 7,8 \text{ g/cm}^3} \\
&= \frac{0,19 \times (8,76 \times 10^4)}{35 \times 168 \times 7,8} \\
&= \frac{1,664}{45,86} \\
&= 0,3628 \text{ mm/year}
\end{aligned}$$

Untuk selanjutnya data laju korosi di tunjukan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Data Laju Korosi

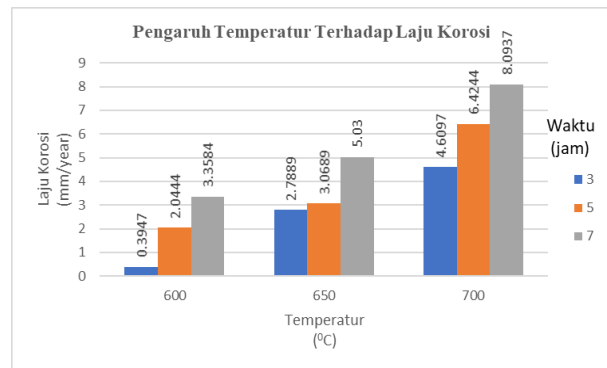
Temp (°C)	Waktu (Jam)	Kode	Laju Korosi (mm/year)	Nilai Rata-Rata (mm/Year)		
600	3	A11	0,3628	0,3947		
		A12	0,4011			
		A13	0,4202			
	5	A21	2,0248	2,0444		
		A22	2,0630			
		A23	2,0456			
		A31	3,4030			
		7	A32		3,3648	3,3584
			A33		3,3074	
650	3	B11	2,6933	2,7889		
		B12	2,8843			
		B13	2,7889			
		B21	3,1708			
	5	B22	2,9989	3,0689		
		B23	3,0371			
		B31	3,0371			
		7	B32		5,0810	5,0300
			B33		4,9855	
700	3	C11	4,6798	4,6097		
		C12	4,5461			
		C13	4,6034			
	5	C21	6,3035	6,4244		
		C22	6,4563			
		C23	6,5136			
		C31	7,7774			
		7	C32		7,9653	8,0937
			C33		8,5384	

### 3.3 Analisa dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data, maka dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil penelitian.

#### a. Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Korosi Baja ASTM A572

Analisa hasil pengolahan data pengaruh temperatur terhadap laju korosi dapat dilihat dari gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik temperatur vs laju korosi

Berdasarkan gambar 3, grafik pengaruh temperatur terhadap laju korosi menunjukkan bahwa temperatur pembakaran mempengaruhi nilai laju korosi yang terjadi. Dilihat pada grafik tersebut nilai tertinggi korosi terjadi pada temperatur 700°C dengan rata-rata nilai sebesar 8,0937 mm/year pada waktu pembakaran 7 jam. Sedangkan nilai terendah terjadi pada temperatur 600 °C dengan rata – rata nilai 4,6097 mm/year pada waktu 7 jam. Sehingga semakin meningkatnya temperatur pembakaran menyebabkan bertambahnya reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

Pada variasi temperatur spesifikasi variable 600°C dengan waktu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam dengan 3 pengulangan didapat nilai korosi dalam waktu 3 jam yaitu nilai korosi paling rendah sebesar 0,3628 mm/year sedangkan nilai korosi paling tinggi sebesar 0,4202 mm/year, dengan rata-rata nilai korosi sebesar 0,3947 mm/year. Untuk waktu 5 jam yaitu nilai korosi paling rendah yaitu 2,0248 mm/year sedangkan nilai korosi paling tinggi yaitu 2,0630 mm/year, dengan rata-rata nilai korosi sebesar 2,0444 mm/year. Sedangkan pada waktu 7 jam nilai korosi yang paling rendah yaitu 3,3074 mm/year sedangkan nilai korosi yang paling tinggi sebesar 3,4030 mm/year dengan hasil rata-rata nilai korosi sebesar 3,3584 mm/year.

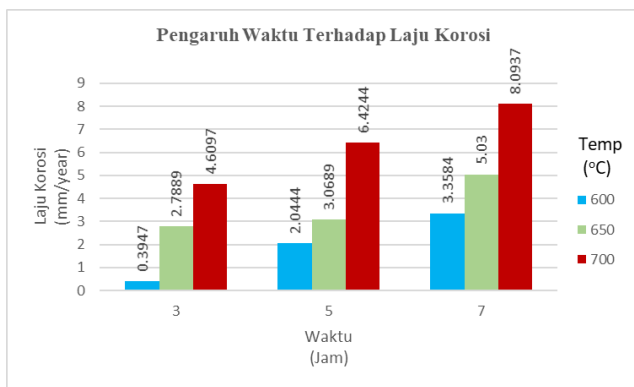
Dari hasil penelitian ini, didapatkan hasil semakin tinggi temperatur maka laju korosi semakin meningkat. Hal ini disebabkan pada suhu yang lebih tinggi, atom-atom logam memiliki energi kinetik

yang lebih besar, sehingga lebih mudah bereaksi dengan zat-zat korosif di lingkungannya [13].

### b. Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Laju Korosi ASTM A572

Analisa hasil pengolahan data pengaruh waktu pemanasan terhadap laju korosi dapat dilihat dari gambar 4 di bawah ini.

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa semakin lama waktu pemanasan, nilai laju korosinya semakin bertambah. Laju korosi terendah terjadi pada waktu 3 di temperatur 600 °C jam sebesar 0,3947 mm/year dan tertinggi terjadi pada waktu pemanasan 7 jam pada suhu 700 °C sebesar 8,0937 mm/year.



Gambar 4. Spesimen pengujian

Dari hasil penelitian, menunjukkan hubungan antara peningkatan waktu pemanasan dan temperatur meningkatkan laju korosi. Dalam situasi ini reaksi kimia yang menyebabkan korosi semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan waktu yang cukup lama maka akan mulai terbentuk pori-pori pada spesimen sehingga udara akan dapat masuk melalui pori-pori tersebut dan akan membentuk lempengan pada permukaan spesimen yang akan terkikis [14].

### 4. Kesimpulan

Temperatur tinggi pada proses pembakaran mempengaruhi nilai korosi. Hal ini diketahui bahwa hasil penelitian rata-rata nilai korosi paling tinggi sebesar 8,0937

mm/year pada suhu spesifikasi variabel 700 °C. Sedangkan nilai korosi paling rendah adalah sekitar 0,3947 mm/year pada suhu spesifikasi variabel 600°C. Oleh karena itu, suhu pembakaran temperatur tinggi yang semakin meningkat menyebabkan bertambahnya reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

Waktu pembakaran mempengaruhi nilai korosi. hal ini dibuktikan dengan nilai laju korosi tertinggi terjadi pada waktu pembakaran 7 jam di spesifikasi 600 °C, 650 °C, dan 700 °C. Sehingga semakin lama waktu pembakaran maka menyebabkan peningkatan reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

### Referensi

- [1] Dewi R. Hadinata F. Yulindasari Yulindasari. Aminuddin KM. (2020). Sistem Pengolahan Sampah Domestik Dengan Menggunakan Incinerator Drum Bekas
- [2] PGI Steel. (2023). ASTM A572 Steel General Information 18 September 2024 (22.01). (Sumber : <https://pgisteel.com/astma572-steel-plate/>).
- [3] Noviana Utami. (2022). Pengaruh Suhu terhadap Laju Korosi Komponen Logam pada Bagian Fuselage Pesawat MD-80. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 192-198.
- [4] Fontana, M. G. (1986). *Corrosion Engineer*. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- [5] Rahayu Dwi Utami, D. O. (2021). Meningkatkan Kinerja Incinerator pada Pemusnahan Limbah Medis RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 116-123.
- [6] Rudi Hartono, D. S. (2020). Laju Korosi Pada Baja Karbon Medium Plat A36 Direndam dalam Media Air Laut dan Air Tawar. *Dinamika Jurnal Teknik Mesin Unkhair*.
- [7] Sukamta, A. W. (2017). Pembuatan Alat Incinerator Limbah Padat Medis

- Skala Kecil. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 147-153.
- [8] Wardhani, V. I. (2015). Rediksi Karakteristik Termofluida Proses Perpindahan Panas di Dalam Ruang Bakar Incinerator. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 16( 1), 43.
- [9] Syahril, W. H. (2007). Deposisi Al dan Nitridasi pada Bahan Cor-ten untuk Meningkatkan Kekerasan dan Ketahanan Korosi Suhu Tinggi. *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science*, 13 - 19.
- [10] Oppelt, E. T. (2013). Incineration of Hazardous Waste a Critical Review. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 37( 5), 558–586.
- [11] Ornelasari, R. &. (2015). *Analisa Laju Korosi pada Stainless Steel 304 Menggunakan Metode ASTM G31-72 Pada Media Air Nira Aren*.
- [12] Priyamba, G. (2013). Pengaruh Suhu Pembakaran dan Laju Alir Limbah Cair terhadap Emisi Gas Karbon Monoksida pada Incinerator di PT. Bayer Material Science Indonesia. *In Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi (Issue 2)*
- [13] V. Konovalova. (2021). The Effect Of Temperature On The Corrosion Rate Of Iron-Carbon Alloys. *Proceeding of Materialstoday vol 38 part 4, 1326-1329*
- [14] Y Mahyoedin. (2016). Studi Korosi Besi Cor Kelabu Dilingkungan Temperatur Tinggi Yang Mengandung H<sub>2</sub>So<sub>4</sub> Dan NaCl. *Jurnal Kajian Teknik Mesin. Vol 1 No 1, 16-21*
- [15] Utomo, S., 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan Nano<sub>2</sub> Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Besi Dalam Media Air Laut, *Jurnal Teknologi*, Vol. 7, No. 2, 93-103.