

## Analisa Pengaruh Waktu dan Suhu pada Ruang Bakar Incinerator Menggunakan ASTM A36 terhadap Nilai Korosi

Eko Nugroho<sup>1\*</sup>, Nurlaila Rajabiah<sup>2</sup>, Yudha Pramudya<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup>Jurusan 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

*Incinerator is a device designed and used for burning non-metal solid waste using certain technology at high temperatures. Corrosion is damage or destruction of materials due to chemical reactions in the surrounding environment. High temperature and usage time in incinerators made from ASTM A36 is one of the factors for corrosion. The purpose of the research is to determine the effect of combustion time on corrosion value and the effect of high temperature combustion temperature on corrosion value. The research method carried out is an experimental approach by putting the ASTM A36 steel plate into the oven with the temperature to be used, namely 600 °C, 650 °C, and 700 °C with the heating time to be used for 3 hours, 5 hours, and 7 hours. The corrosion process is carried out by leaving it in the open air for 7 days and after that data collection and calculation of corrosion values are carried out. From the calculation results at a temperature of 600 °C and a heating time of 3 hours, the lowest corrosion value is 0.42020 mm/year and the highest occurs at a temperature of 700 °C and a heating time of 7 hours of 1.77629 mm/year.*

**Keywords:** energy conversion, design, manufacture, materials processing, mechanical engineering.

### Abstrak

Incinerator adalah alat yang didesain dan digunakan untuk pembakaran limbah sampah padat non logam dengan menggunakan teknologi tertentu pada suhu yang tinggi. Korosi merupakan kerusakan atau kehancuran material akibat adanya reaksi kimia di sekitar lingkungannya. Suhu tinggi dan waktu pemakaian pada Incinerator berbahan ASTM A36 menjadi salah satu faktor terjadinya korosi. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh waktu pembakaran terhadap nilai korosi dan pengaruh suhu pembakaran temperatur tinggi terhadap nilai korosi. Metode penelitian yang dilakukan yaitu pendekatan eksperimental dengan memasukkan plat baja ASTM A36 ke oven dengan suhu 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. Proses pengkorosian dilakukan dengan cara didiamkan pada udara terbuka selama 7 hari dan setelah itu dilakukan pengambilan data serta perhitungan nilai korosi. Dari hasil perhitungan pada suhu 600 °C dan waktu pemanasan 3 jam mendapatkan nilai korosi terendah sebesar 0.42020 mm/year dan tertinggi terjadi pada temperatur 700 °C dan waktu pemanasan 7 jam sebesar 1.77629 mm/year

**Kata kunci:** Incinerator, Waktu, Suhu, ASTM A36, Nilai Korosi

### 1. Pendahuluan

Incinerator adalah alat yang didesain dan digunakan untuk menghilangkan limbah padat dengan pembakaran yang menggunakan suatu teknologi pada suhu pembakaran tertentu pada kisaran suhu yang tinggi. Sistem yang digunakan oleh alat ini

adalah salah satu cara alternatif untuk mengurangi banyaknya tumpukan limbah sampah yang ada pada lingkungan. Alat ini melibatkan pembakaran dengan menggunakan suhu yang tinggi [1].

Ruang bakar incinerator merupakan ruangan tempat benda atau limbah dibakar, yang dilengkapi dengan burner. Terdapat

dua ruang pembakaran pada incinerator, pada ruang pembakaran pertama temperatur yang digunakan sekitar 400°C sampai dengan 1000°C, dan pada ruang pembakaran kedua temperatur yang digunakan sekitar 1000°C sampai dengan 1200°C [2].

Plat baja ASTM A36 adalah baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik dan juga ditambah dengan sifat baja yang bisa dirubah bentuk menggunakan mesin dan juga dilakukan pengelasan. Plat baja ASTM A36 juga dapat dilakukan pelapisan galvanish maupun coating untuk memberikan ketahanan terhadap korosi. Plat baja ASTM A36 dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi, tergantung pada ketebalan plat dan juga tingkat ketahanan korosinya. Beberapa produk yang menggunakan plat baja jenis ini seperti konstruksi bangunan, tanki, maupun pipa

Korosi temperature tinggi didefinisikan sebagai proses penurunan atau degradasi kualitas suatu material, termasuk penurunan sifat mekanik suatu material akibat pengaruh atmosfer pada suhu tinggi. [3]. Ada dua pengaruh temperatur tinggi terhadap kerusakan logam. Pertama, dengan meningkatnya suhu, sifat termodinamika dan kinetika reaksi terpengaruh. Artinya degradasi akan terjadi lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Kedua, kenaikan suhu 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. Suhu tinggi adalah penyebab utama korosi di atmosfer ini. Korosi suhu tinggi meliputi interaksi langsung logam dengan gas. Kerusakan mungkin timbul akibat reaksi dengan garam cair, disebut juga garam leburan, yang terbentuk pada suhu tinggi di lingkungan tertentu.

Korosi pada suhu tinggi mencakup reaksi langsung antara logam dan gas, untuk lingkungan tertentu kerusakan dapat terjadi akibat reaksi dengan lelehan garam atau garam menyatu yang terbentuk pada suhu tinggi, korosi ini biasa disebut dengan korosi panas.

Berikut ini merupakan penyebab korosi temperatur tinggi yaitu:

#### 1) Oksidasi

Jika terdapat cukup oksigen di lingkungan, reaksi paling signifikan pada korosi suhu tinggi adalah pembentukan lapisan oksida yang mampu menahan serangan peristiwa korosi. Oksigen potensial adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan lingkungan. Namun, hal ini perlu dikelola, dan senyawa yang mengandung unsur bermanfaat akan mengalami oksidasi.

#### 2) Karburasi dan Mental Dusting

Terjadi di lingkungan yang berbentuk gas dengan hidrokarbon lain, CO, dan CH<sub>4</sub>. Penguraian C kepermukaan logam mengakibatkan penggetasan dan degradasi sifat mekanik lainnya.

#### 3) Nitridasi

Terjadi di lingkungan yang mengandung amonia, terutama di lingkungan dengan potensi oksigen rendah. Penyerapan nitrogen yang berlebihan menghasilkan endapan nitrida pada batas butir, yang selanjutnya menyebabkan penggetasan.

#### 4) Korosi oleh Halogen

Pada suhu rendah, senyawa halida yang terbentuk ketika logam menyerap halogen dapat dengan mudah meleleh atau menguap. Kenyataan ini telah menimbulkan dampak yang sangat merugikan.

#### 5) Sulfidasi

Bahan bakar atau produk yang mengandung sulfur dibakar. Sebaliknya, SO<sub>2</sub> dan SO<sub>3</sub> merupakan oksidator yang kurang kuat dalam pembentukan oksigen. H<sub>2</sub>S merupakan zat pereduksi, namun penambahan Na dan K dapat memberikan efek penguatan dengan membentuk uap,

yang pada suhu lebih rendah akan mengendap pada permukaan logam.

#### 6) Korosi Deposit Abu dan Garam

Deposit mempunyai kemampuan untuk menurunkan aktivitas belerang dan meningkatkan aktivitas oksigen, merusak lapisan pasif dan mencegah pembentukannya kembali. Biasanya meliputi S, Cl, Zn, Pb, dan K.

#### 7) Korosi karena logam cair

Terjadi pada proses yang mempergunakan logam cair, misalnya heat treatment dan refining process. Korosi terjadi dalam bentuk pelarutan logam dan oksidanya akan semakin hebat dengan adanya uap air dan oksigen.

Dari latar belakang diatas maka korosi juga terjadi pada material ASTM A36 yang digunakan sebagai ruang bakar incinerator, sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu dan suhu pemanasan terhadap laju korosi yang di sebabkan suhu tinggi pada ruang bakar incinerator.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini pengujian dilakukan melalui 3 tahapan yaitu :

### Preparasi material

Menyiapkan plat baja ASTM A36 yang berukuran lebar 5 cm dan panjang 7 cm dengan ketebalan 5 mm sebanyak 27 spesimen. Spesimen kemudian dibersihkan dan di amplas sampai permukaannya rata dan halus. Kemudian di cuci dengan detergent dan di keringkan.



Gambar 1. Contoh Spesimen Uji

### Perlakuan panas

Langkah selanjutnya adalah memanaskan spesimen dalam furnace

dengan variasi suhu dan waktu pemanasan seperti ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Variasi Suhu dan Waktu Pemanasan

Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Jumlah Spesimen
600	3,5,7	3
650	3,5,7	3
700	3,5,7	3

### Perhitungan Nilai Korosi dengan metode *weight loss*

Metode weight loss merupakan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian sesuai dengan standar ASTM A36. Pengujian korosi dilakukan dengan membiarkan spesimen pada udara terbuka selama 7 hari. Persamaan nilai korosi dapat ditunjukkan pada persamaan berikut [4].

$$\text{Laju Korosi} = \frac{(W_0 - W_1) \cdot K}{A \cdot T \cdot D} \quad (1)$$

Dimana :

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

$W_0$  = Massa awal (gram)

$W_1$  = Massa akhir (gram)

T = Waktu pengkorosian (jam)

A = Luas permukaan ( $\text{cm}^2$ )

D = Density material ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Hasil Pengujian Nilai Korosi

Tabel 2. Nilai Korosi Spesimen A36

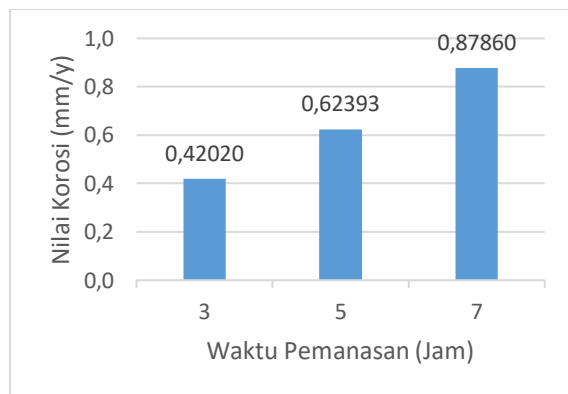
Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Nilai Korosi (mmpy)
600	3	0.42019
	5	0.62393
	7	0.87859
650	3	0.52207
	5	0.73216
	7	1.06960
700	3	0.98683
	5	1.35610
	7	1.77630

Hasil pengujian pada variasi suhu dan waktu pemanasan didapatkan data dan hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

## Pembahasan

### a. Nilai Korosi Pada Suhu 600°C

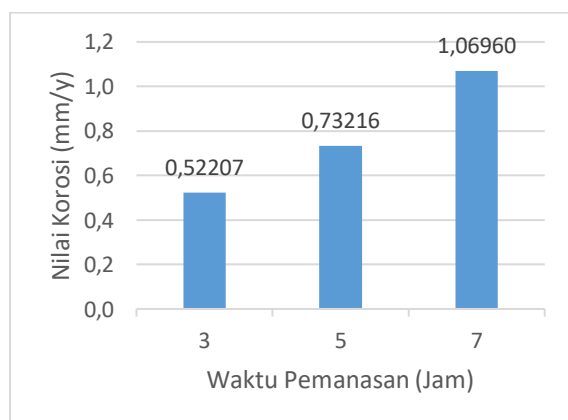
Berdasarkan tabel 2 pada kombinasi suhu spesifikasi variable 600°C dengan waktu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam dengan tiga kali pengulangan didapat nilai korosi rata-rata untuk waktu 3 jam yaitu 0.42020 mm/year, 5 jam yaitu 0,62393 mm/year, dan 7 jam yaitu 0.87860 mm/year. Perbandingan dari nilai tersebut disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai Korosi Pada Suhu 600 °C

Dari grafik tersebut terlihat bahwa semakin lama waktu pemanasan, nilai korosinya bertambah yang disebabkan tingkat oksidasi tinggi.

### b. Nilai Korosi Pada Suhu 650°C



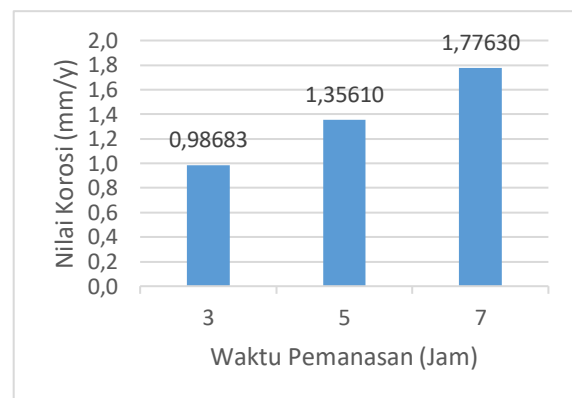
Gambar 3. Grafik Laju Korosi Pada Suhu 650 °C

Peningkatan nilai korosi juga terjadi pada temperatur dengan variasi waktu

pemanasan seperti yang terlihat pada gambar 3. Nilai korosi tertinggi terjadi pada pada waktu pemanasan 7 jam dengan nilai 1.0696 mm/year dan terendah 0.5221 mm/year pada waktu pemanasan 3 jam. Tingkat oksidasi meningkat dengan kenaikan waktu pemanasan sehingga nilai korosi juga bertambah.

### c. Nilai Korosi Pada Suhu 700°C

Fenomena yang sama juga terjadi pada suhu 700°C dimana semakin bertambahnya waktu pemanasan maka nilai korosi semakin meningkat. Pada waktu pemanasan 7 jam di dapat nilai korosi tertinggi yaitu 1.77630 mm/year dan terendah pada waktu pemanasan 3 jam yaitu 0.98683 mm/year, sedangkan untuk 5 jam sebesar 1.35610 mm/year.

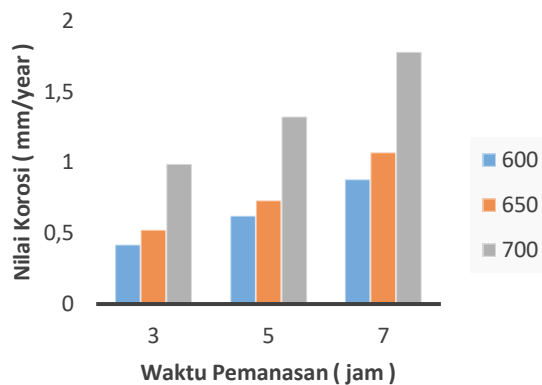


Gambar 4. Grafik Nilai Korosi Pada Suhu 700 °C

### d. Perbandingan Nilai Korosi Pada Variasi Waktu Pemanasan

Peningkatan nilai korosi juga terjadi pada kenaikan temperatur. Hal ini juga terlihat pada gambar 5 di bawah.

Dari grafik, pada waktu pemanasan 3 jam terjadi kenaikan nilai korosi sebesar 24% dari suhu 600°C ke 650°C dan mencapai 89% dari temperatur 650°C ke 700°C. Presentase kenaikan nilai korosi pada waktu pemanasan 5 jam berturut-turut bernilai 17% dan 81%. Sedangkan pada waktu pemanasan 7 jam nilai korosi meningkat sebesar 22% dari suhu 600°C ke 650°C dan 66% dari suhu 650°C ke 700°C.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Korosi Pada Variasi Waktu Pemanasan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa maka dapat disimpulkan bahwa temperatur tinggi dan waktu pemanasan berpengaruh terhadap nilai korosi. Semakin tinggi temperatur nilai korosinya semakin meningkat, hal yang sama juga terlihat pada waktu pemanasan dimana nilai korosi naik dengan penambahan waktu pemanasan. Peningkatan signifikan terjadi pada perubahan temperatur dari 650°C ke 700°C. Hal ini sesuai dengan teoritis bahwa tingkat oksidasi akan meningkat dengan pertambahan temperatur.

#### Referensi

- [1] Tami. (2021, April 4). *Mutu Institute*. Retrieved from Diambil kembali dari Mutu Institute Web Site: <https://mutuinstitute.com/>
- [2] Wardhani, V. I. (2015). Rediksi Karakteristik Termofluida Proses Perpindahan Panas di Dalam Ruang Bakar Incinerator. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 16( 1), 43.
- [3] Furqan,M.(2013). *Jenis-Jenis Korosi*. Retrieved from <http://www.ejurnal.com/2013/12/faktor-faktorpenyebab-terjadinyakorosi.html>
- [4] Fontana, M. G. (1986). *Corrosion Engineer*. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- [5] Agung. (2004). *Pengaruh Korosivitas Lingkungan Atmosferik*. Seminar Korosi, 2-9.
- [6] Association, A. G. (n.d.). *Hot-Dip Galvanizing for Corrosion Protection of steel*. Retrieved 2000, from [www.galvanizeit.org](http://www.galvanizeit.org).
- [7] Barish, R. J. (2020). *Basic Physics. Radiation Biology*. 3–26.
- [8] Febrianka, N. (n.d.). *Pengertian Korosi*. Retrieved Maret 10, 2017, from [http://www.academia.edu/6633215/Pengertian\\_Korosi](http://www.academia.edu/6633215/Pengertian_Korosi)
- [9] Noviana Utami. (2022). Pengaruh Suhu terhadap Laju Korosi Komponen Logam pada Bagian Fuselage Pesawat MD-80. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 192-198.
- [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] Rahayu Dwi Utami, D. O. (2021). Meningkatkan Kinerja Incinerator pada Pemusnahan Limbah Medis RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 116-123.
- [14] Rudi Hartono, D. S. (2020). Laju Korosi Pada Baja Karbon Medium Plat A36 Diredam dalam Media Air Laut dan Air Tawar. *Dinamika Jurnal Teknik Mesin Unkhair*.
- [15] Sukamta, A. W. (2017). Pembuatan Alat Incinerator Limbah Padat Medis Skala Kecil. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 147-153.

- [16] 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.