

Pengaruh Waktu Pemanasan dan Media Korosi terhadap Laju Korosi Baja ASTM A36 Sebagai *Chamber Incinerator*

Eko Nugroho^{1*}, Nurlaila Rajabiyah², Bambang Surono³, Wahyu Seto Aji⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro⁴
JL. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia.

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

*Corresponding author: exonugros@gmail.com

Abstract

An incinerator is a machine designed to process solid waste through high-temperature combustion technology. Continuous combustion may lead to corrosion, which is often considered an inevitable problem. The purpose of this study is to investigate how combustion duration and corrosive media affect the corrosion rate. The research method employed was an experimental design involving the heating of material. Tests were conducted to analyze the effect of combustion time and corrosive media in the incinerator chamber on the corrosion rate. The material used was ASTM A36 steel with dimensions of 70 mm × 50 mm × 5 mm. The corrosive media employed were rainwater, H₂SO₄, and HCl. The material was heated at 700 °C for 3, 5, and 7 hours. The immersion time in corrosive media was 30 minutes, followed by a cooling period of 7 days. The results indicated that the highest corrosion rate occurred at a combustion time of 7 hours. Thus, the longer the combustion time, the greater the reaction, resulting in an increased corrosion rate. The use of different corrosive media also influenced the corrosion rate. It was found that the highest corrosion rate was 0.00534 mm/year after 7 hours of heating in HCl solution, while the lowest corrosion rate was approximately 0.00077 mm/year in rainwater after 3 hours of heating. Therefore, prolonged heating not only enhances the reaction but also significantly increases the corrosion rate

Keywords: Heating time, Corrosive Media, Incinerator Combustion Chamber, Corrosion Rate

Abstrak

Incinerator adalah mesin yang dirancang untuk mengeluarkan limbah padat melalui penggunaan teknologi pembakaran suhu tinggi. Pembakaran yang terus berulang dapat menyebabkan korosi. Banyak orang melihat korosi menjadi masalah dan tidak dapat dihindari. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana waktu pembakaran dan media korosi mempengaruhi laju korosi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain eksperimental dengan melakukan pemanasan pada material. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan suatu analisa pengaruh waktu dan media korosi pada ruang bakar incinerator terhadap laju korosi. Material menggunakan baja ASTM A36 dengan dimensi 70 mm × 50 mm × 5mm. Media korosi menggunakan H₂O, H₂SO₄, dan HCl. Pemanasan material suhu 700°C, dengan lama pemanasan selama 3 jam, 5 jam, dan 7 jam. Untuk waktu perendaman dengan media korosi dilakukan selama 30 menit, dan waktu pendinginan selama 7 hari. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai laju korosi tertinggi terjadi pada waktu pembakaran 7 jam. Sehingga semakin lama waktu pembakaran maka menyebabkan peningkatan reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat. Penggunaan media korosi dapat mempengaruhi laju korosi. Hal ini diketahui bahwa hasil penelitian nilai korosi paling tinggi sebesar 0,00534 mm/year pada waktu pemanasan selama 7 jam dengan media korosi HCl. Sedangkan nilai korosi paling rendah adalah sekitar 0,00077 mm/year pada media korosi Air Hujan pada waktu 3 jam. Oleh karena itu, suhu pemanasan yang semakin lama juga menyebabkan bertambahnya reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

Kata kunci: Waktu pemanasan, Media Korosi, Ruang Bakar Incinerator, Laju korosi.

1. Pendahuluan

Sampah adalah bahan tak terpakai yang dibuang dari alam dan oleh manusia yang tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah mencakup sampah organik, anorganik, dan

B3, yang merupakan bahan beracun dan berbahaya [1].

Incinerator adalah alat yang dirancang untuk menghilangkan limbah padat melalui pembakaran dengan menggunakan teknologi suhu yang tinggi.

Salah satu cara alternatif untuk mengurangi jumlah limbah sampah yang ada di lingkungan adalah sistem yang digunakan oleh Incinerator. Alat ini melibatkan pembakaran dengan menggunakan suhu yang tinggi [2]. Dapat disimpulkan bahwa incinerator adalah mesin yang memiliki dua ruang bakar: ruang bakar utama untuk membakar limbah oli dan ruang bakar kedua dan akhir untuk membakar gas buang dan sisa sampah yang belum terbakar. Ruang bahan bakar memiliki pembakar minyak diesel. Disebut sebagai pembakar primer dan pembakar sekunder.

Ruang bakar incinerator adalah tempat di mana bahan bakar atau limbah dibakar. Incinerator memiliki dua ruang pembakaran. 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 [3]. Jika memenuhi beberapa kriteria, seperti suhu dan waktu, mesin akan berfungsi dengan baik. Ada pun bahan yang menjadi ruang bakar incinerator salah satunya yaitu baja ASTM A36

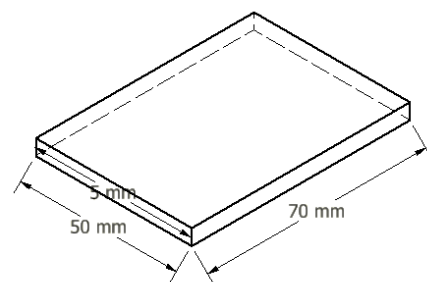
Baja ASTM A36 tergolong baja karbon rendah yang mempunyai fungsi untuk bangunan konstruksi seperti pipa, tanki, dan juga bisa digunakan untuk bahan pembuatan kapal. Plat baja ASTM A36 juga mudah terkorosi [4]. Pada umumnya incinerator harus tahan terhadap korosi agar umur pakai incinerator tersebut tahan lama. Oleh karena itu untuk meningkatkan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh plat baja ASTM A36 dari ketahanan korosinya dapat dilakukan dengan perlakuan permukaan [5].

Korosi adalah proses penurunan atau degradasi kualitas suatu material, termasuk penurunan sifat mekanik suatu material akibat pengaruh suhu tinggi atmosfer. Dua faktor utama memengaruhi korosi logam, terutama baja karbon waktu paparan dan jenis media korosif. Salah satu faktor penting yang memengaruhi laju korosi adalah waktu paparan. Dalam penelitian terhadap baja karbon rendah yang direndam dalam air laut, ditemukan bahwa lamanya

perendaman meningkatkan laju korosi, terutama dalam media dengan kadar salinitas tinggi [6]. Media korosif seperti air laut, larutan asam, atau larutan garam (NaCl) sangat memengaruhi laju korosi. Misalnya, konsentrasi ion klorida dalam larutan NaCl mempercepat korosi baja karbon. Pada lingkungan air laut, tingginya salinitas dan pH yang asam dapat mempercepat korosi logam, terutama jika logam terpapar dalam jangka waktu yang lama [6]

2. Metode Penelitian

Desain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain eksperimental dengan melakukan penggunaan incinerator. Pengujian dilakukan dengan incinerator untuk mengetahui pengaruh waktu pemanasan media korosi terhadap laju korosi. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan suatu analisa pengaruh waktu dan media korosi pada ruang bakar incinerator terhadap laju korosi. Tahapan dan waktu yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu: mempersiapkan peralatan dan persediaan yang diperlukan yaitu timbangan digital, oven, wadah, sikat, termometer, alat pelindung diri (APD), kain lap, desikan, larutan korosif seperti air hujan, H₂SO₄, HCL dan plat baja ASTM A36. Kemudian melakukan pemotongan bahan spesimen sesuai ukuran.



Gambar 1. Spesimen pengujian (Baja ASTM A 572)

Kemudian, memasukkan plat baja ASTM A36 ke oven dengan suhu yang akan digunakan. Waktu pemanasan yang digunakan selama 3 jam, 5 jam, dan 7 jam pada setiap suhu dan menggunakan termometer untuk mengukur suhu di dalam

oven. Setelah pemanasan, spesimen baja dikeringkan menggunakan kain lap, kemudian dimasukkan ke dalam wadah berisi larutan korosif (H₂O, H₂SO₄, dan HCl) dengan konsentrasi tertentu untuk proses perendaman selama 30 menit. dan melakukan proses pendinginan yang akan dibutuhkan dengan suhu ruang membutuhkan waktu 7 hari. Menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan, kaca mata pelindung, dan jas laboratorium untuk melindungi diri selama pengujian. 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.

Selanjutnya Pengujian nilai korosi pada plat baja ASTM A36 akan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Um Metro. Pengujian nilai korosi dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu pembakaran terhadap nilai korosi, dan untuk mengetahui pengaruh suhu pembakaran temperature tinggi terhadap nilai korosi.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Korosi

Waktu Pemanasan (Jam)	Media Korosi	W ₀ (g)	W ₁ (g)	ΔW (g)	Nilai Korosi (mm/year)
3	H ₂ O	142,3	141,35	0,95	0,00077
	H ₂ SO ₄	144,1	141,6	2,5	0,00203
	HCl	144,2	139,5	2,7	0,00219
5	H ₂ O	141,75	139	2,75	0,00223
	H ₂ SO ₄	141,8	138,6	3,2	0,00259
	HCl	143,2	136,9	6,3	0,0051
7	H ₂ O	142,8	139,31	3,49	0,00283
	H ₂ SO ₄	139,3	136	3,3	0,00267
	HCl	142,2	135,5	6,7	0,00543

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu pemanasan, dan untuk mengetahui pengaruh media korosi terhadap laju korosi. Nilai korosi dihitung menggunakan persamaan berikut [7].

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

Di mana :

Massa Awal (W₀) : 140 g

Massa Akhir (W₁) : 139,81 g

Luas Permukaan (A) : 37,5 cm²

Waktu Eksposur (T) : 24 jam x 7 hari
=168 Jam

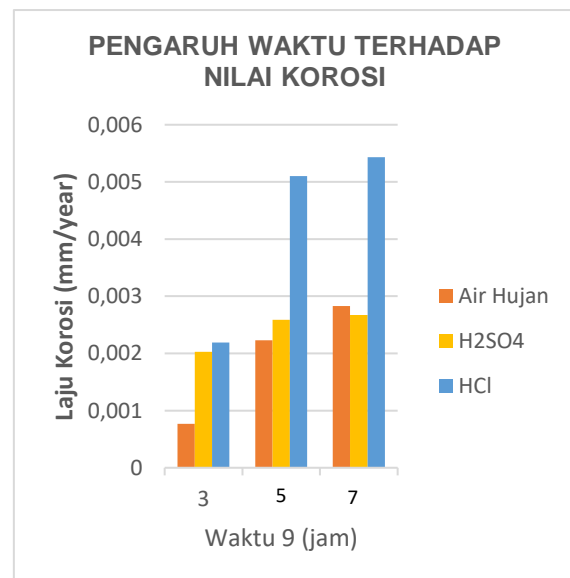
Densitas Material (D) : 7,8 g/cm³

Konstanta Laju Korosi (K) : 87,6 x 10⁴

Maka dapat diperoleh nilai seperti ditunjukkan pada tabel 1.

B. Pembahasan

Berdasarkan tabel 1, maka hasil penelitian dapat dianalisa pengaruh waktu pemanasan terhadap korosi sebagaimana ditampilkan grafik pada gambar 2.



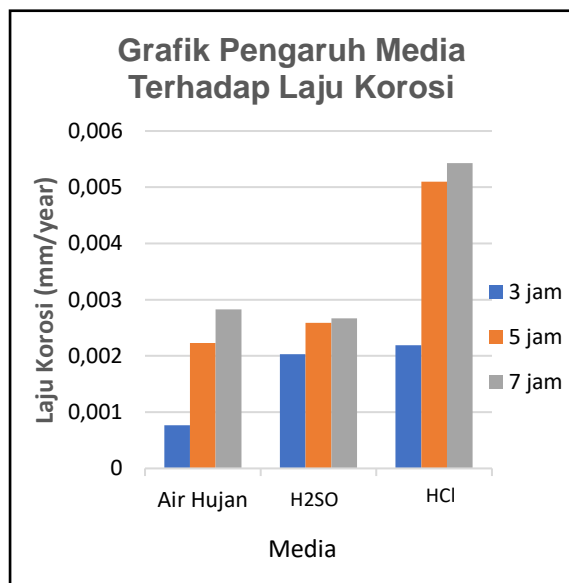
Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Nilai Korosi

Dari grafik pada gambar 2 di atas menunjukkan bahwa dari hasil penelitian suhu pembakaran 3 jam, 5 jam, 7 jam menunjukkan bahwa media korosi yang memiliki nilai terendah pada variasi 3 jam yaitu dengan media korosi air hujan sebesar 0,00077 mm/year, sedangkan nilai tertinggi pada media HCl dengan nilai 0,00219 mm/year.

Sedangkan pada variasi 5 jam dari hasil diatas menunjukkan bahwa media korosi yang memiliki nilai terendah yaitu dengan media korosi air hujan sebesar 0,00223 mm/year, sedangkan nilai tertinggi

pada media HCl dengan nilai 0,0051 mm/year hasil penelitian suhu pemanasan 7 jam dari hasil diatas menunjukkan bahwa media korosi yang memiliki nilai terendah yaitu dengan media korosi H₂SO₄ sebesar 0,00267 mm/year, sedangkan nilai tertinggi pada media HCl dengan nilai 0,00543 mm/year.

Pengaruh media korosi terhadap nilai korosi dapat di analisa dari grafik sebagaimana ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Media Terhadap Nilai Korosi

Grafik pengaruh media terhadap nilai korosi menunjukkan bahwa media korosi mempengaruhi nilai laju korosi yang terjadi. Dilihat pada grafik tersebut nilai tertinggi korosi terjadi pada media korosi HCl dengan nilai sebesar 0,00534 mm/year pada waktu pembakaran 7 jam. Sedangkan nilai terendah terjadi pada media korosi air hujan nilai 0,00283 mm/year pada waktu 3 jam. Sehingga semakin meningkatnya suhu pembakaran menyebabkan bertambahnya reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

Hal ini disebabkan karena waktu pemanasan yang semakin meningkat menyebabkan bertambahnya reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

Pada variasi media korosi air hujan dengan waktu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam didapat nilai korosi dalam waktu 3 jam yaitu nilai korosi paling rendah sebesar 0,00077 mm/year sedangkan nilai korosi paling tinggi terjadi pada waktu 7 jam sebesar 0,00219 mm/year, Interaksi air hujan dengan baja karbon rendah, misalnya ASTM A36, memicu reaksi elektrokimia yang menghasilkan produk korosi berupa karat ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$) pada bagian anoda, sementara pada katoda berlangsung reaksi reduksi oksigen [8]. Proses korosi ini semakin cepat dengan adanya faktor lingkungan seperti siklus basah-kering, kelembapan tinggi, serta keberadaan ion klorida dan sulfat [9] [10]

Untuk Pada variasi media korosi H₂SO₄ dengan waktu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam didapat nilai korosi dalam waktu 3 jam yaitu nilai korosi terendah yaitu 0,00203 mm/year sedangkan nilai korosi paling tinggi pada waktu 7 jam yaitu 0,00267 mm/year, sifatnya yang sangat korosif menjadikan H₂SO₄ sebagai salah satu media yang paling berbahaya terhadap material logam, khususnya baja karbon rendah seperti ASTM A36. Pada rentang konsentrasi 20–60%, laju korosi baja meningkat signifikan akibat dominasi reaksi reduksi ion hidrogen. Proses ini melibatkan pelarutan besi di anoda ($Fe \rightarrow Fe^{2+}$) serta reduksi ion H⁺ pada katoda menjadi gas hidrogen [7] [8]. Produk korosi berupa FeSO₄ bersifat larut dalam larutan, sehingga tidak dapat memberikan perlindungan permanen terhadap permukaan logam. Selain itu, faktor eksternal seperti adanya ion pengotor (misalnya klorida), peningkatan suhu, serta kondisi aerasi mampu mempercepat mekanisme korosi.

Sedangkan variasi media korosi HCl dengan waktu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam didapat nilai korosi dalam waktu 3 jam yaitu nilai korosi terendah yaitu 0,00219 mm/year sedangkan nilai korosi yang paling tinggi terjadi pada waktu 7 jam sebesar 0,00543 mm/year. Peran ion klorida sangat penting karena kemampuannya menembus dan merusak lapisan oksida pelindung, sehingga

dalam kondisi tertentu dapat memicu terjadinya korosi sumuran atau pitting [11]. Faktor-faktor eksternal seperti peningkatan konsentrasi HCl, kenaikan suhu, aerasi, serta kondisi permukaan baja diketahui mempercepat laju korosi [12].

Korosi yang disebabkan oleh media korosi hal ini dapat terjadi ketika plat baja ASTM A36 terkena atmosfer panas yang mengandung oksigen, sulfur, halogen, atau senyawa lain yang dapat bereaksi dengan material tersebut, dan semakin naik suhu, kelarutan oksigen dalam media aqueous semakin menurun karena oksigen dapat dibebaskan. Sebaliknya, dalam sistem tertutup oksigen tidak dibebaskan, sehingga semakin naik suhu, laju korosi semakin meningkat. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Korosi atau secara awam lebih dikenal dengan istilah pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam diberbagai macam kondisi lingkungan. Bila ditinjau dari interaksi yang terjadi, korosi adalah proses transfer elektron dari logam ke lingkungannya. Logam bertindak sebagai sel yang memberikan elektron (anoda) dan lingkungan bertindak sebagai penerima elektron (katoda).

4. Kesimpulan

Pengaruh waktu pembakaran dapat mempengaruhi nilai korosi hal ini dikarenakan semakin lama waktunya maka bertambahnya waktu reaksi dan mengakibatkan nilai korosi juga semakin meningkat.

Pengaruh media korosi semakin meningkatkan nilai korosi apabila media korosi tersebut semakin bersifat asam. Hal ini terlihat bahwa nilai korosi tertinggi terjadi pada HCl.

Referensi

[1] Ratman, C. R., & Syafrudin. (2007). Penerapan pengolahan limbah B3 di PT Toyota Motor Manufacturing

Indonesia. *Jurnal Presipitasi*, 7, 62–70.

- [2] Tami. (2021, April 4). Mutu Institute. Diambil kembali dari <https://mutuinstitute.com/>
- [3] Wardhani, V. I. (2015). Prediksi karakteristik termofluida proses perpindahan panas di dalam ruang bakar incinerator. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 16(1), 43.
- [4] Iman Saefuloh, dkk. (2021). Pengaruh variasi kecepatan pengadukan dengan penambahan perlakuan panas lapisan electroless Ni-P terhadap laju korosi dan kekerasan permukaan baja karbon rendah ASTM A36. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), 241–248.
- [5] Ray Adam Baihaqi, Pratikno, H., & Hadiwidodo, Y. S. (2019). Analisis sour corrosion pada baja ASTM A36 akibat pengaruh asam sulfat dengan variasi temperatur dan waktu perendaman di lingkungan laut. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 237–242
- [6] Saputro, F. D. (2018). Variasi media pengkorosi dan waktu terhadap laju korosi pada logam baja rendah karbon (mild steel) dengan pemodelan kondisi sirip kemudi kapal (Skripsi tidak diterbitkan). Universitas Negeri Surabaya.
- [7] Fontana, M. G. (1987). *Corrosion engineering* (Edisi ke-3). Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- [8] Jones, D. A. (1996). *Principles and prevention of corrosion* (Edisi ke-2). New Jersey: Prentice Hall.
- [9] NACE International. (2012). *Corrosion basics: An introduction*. Houston: NACE International
- [10] Morcillo, M., Chico, B., Díaz, I., Cano, H., & de la Fuente, D. (2015). Atmospheric corrosion of mild steel. *Revista de Metalurgia*, 51(1), e045
- [11] Revie, R. W., & Uhlig, H. H. (2008). *Corrosion and corrosion control: An introduction to corrosion science and*

- engineering (Edisi ke-4). Hoboken: John Wiley & Sons
- [12] Saha, S. K., Banerjee, P., & Ghosh, P. (2016). Corrosion behavior of carbon steel in hydrochloric acid solution and its inhibition by green inhibitors. *Journal of Materials and Environmental Science*, 7(4), 1137–1145.
- [13] Nugroho, E., Rajabiah, N., & Pramudya, Y. (2024). Analisa pengaruh waktu dan suhu pada ruang bakar incinerator menggunakan ASTM A36 terhadap nilai korosi. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 13(2)
- [14] Ornelasari, R. (2015). Analisa laju korosi pada Stainless Steel 304 menggunakan metode ASTM G31-72 pada media air nira aren.
- [15] Priyamba, G. (2013). Pengaruh suhu pembakaran dan laju alir limbah cair terhadap emisi gas karbon monoksida pada incinerator di PT Bayer Material Science Indonesia. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, (2).