

## ANALISIS LAJU KOROSI PADA *SUPERALLOY* METAL SEBAGAI BAHAN UTAMA *TURBINE BLADE* PADA ABU VULKANIK

Moch. Annas Ikhsanudin<sup>1</sup>, Suyatmo<sup>2</sup>, Dewi Ratna Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya

Email: m.annasikhsanudin@poltekbangsby.ic.id

### Abstrak

Korosi ialah suatu kejadian alam, dimana logam mengalami kerusakan yang timbul oleh reaksi kimia maupun elektrokimia akibatnya logam berubah bentuk seperti kombinasi logam misalnya : *oxide*, *hydroxide*. Korosi dalam struktur pesawat merupakan hal yang fatal jika diabaikan dan bisa menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kecelakaan pesawat terbang.

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah *superalloy* pada media korosi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan larutan abu vulkanik. Metode yang digunakan adalah metode *weight loss*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan larutan abu vulkanik terhadap laju korosi *superalloy* dan mengetahui perbedaan laju korosi material tersebut. Hasil pengujian laju korosi yang dilakukan dengan waktu 24, 48, 72, 96, dan 168 jam.

Hasil yang dicapai adalah mengetahui perbedaan laju korosi *superalloy* dengan menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan larutan abu vulkanik sehingga dapat diketahui laju korosi yang terjadi pada material tersebut. Hasil perhitungan laju korosi untuk material *superalloy* pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 48 jam didapat nilai sebesar 1,55 mm/y sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa *superalloy* termasuk *fair* terhadap korosi. Sedangkan hasil perhitungan laju korosi untuk *superalloy* pada larutan abu vulkanik selama 48 jam didapat nilai sebesar 0,24 mm/y dan dapat disimpulkan *superalloy* termasuk *fair* terhadap korosi. Hasil laju korosi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan larutan abu vulkanik pada *superalloy* dan memiliki selisih laju korosi 1,29 mm/y.

**Kata Kunci:** Korosi, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Larutan abu vulkanik, *Superalloy*, *Weight loss*

### Abstract

*Corrosion is a natural event, where metal is damaged by chemical or electrochemical reactions resulting in metal changing shape such as a combination of metals, for example: oxide, hydroxide. Corrosion in aircraft structures is a fatal thing if ignored and can be one of the factors that cause airplane accidents.*

*In this study, the material used was a superalloy in the corrosion medium of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution and volcanic ash solution. The method used is the weight loss method. The purpose of this study was to determine the effect of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution and volcanic ash solution on the corrosion rate of superalloys and to determine the differences in the corrosion rates of these materials. The results of the corrosion rate testing were carried out with a time of 24, 48, 72, 96, and 168 hours.*

*The result achieved is to know the difference in the corrosion rate of superalloys by using a solution of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and a solution of volcanic ash so that the corrosion rate that occurs in the material can be known. The results of the calculation of the corrosion rate for superalloy materials in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution for 48 hours obtained the value of 1.55 mm/y so that it can be concluded that the*

*superalloy is fair to corrosion. While the results of the calculation of the corrosion rate for superalloy in volcanic ash solution for 48 hours obtained a value of 0.24 mm/y and it can be concluded that the superalloy is fair to corrosion. The results of the corrosion rate of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution and volcanic ash solution on superalloys and has a corrosion rate difference of 1.29 mm/y.*

**Keywords:** *Corrosion, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Volcanic ash solution, Superalloy, Weight loss*

## PENDAHULUAN

(1) Logam *Superalloy* merupakan bagian yang sangat penting dalam dunia industri penerbangan, karena material ini banyak digunakan pada mesin turbine. Material ini mudah berkorosi bila berinteraksi dengan lingkungan. Salah satu hal yang sering menjadi penyebab dari kecelakaan adalah korosi.

(2) Korosi merupakan penurunan kualitas yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan unsur-unsur lain yang terdapat di alam yang memiliki peluang besar terhadap korosi. Gunung Bromo adalah gunung berapi aktif yang berada di kabupaten Lumajang. Dalam setahun terakhir gunung Bromo telah beberapa kali erupsi dan mengeluarkan abu vulkanik. Hal yang patut menjadi perhatian adalah apabila terjadi hujan asam. Hujan asam terjadi ketika abu vulkanik yang berada di udara tercampur dengan air hujan. Salah satu bentuk kerugian yang dialami oleh maskapai penerbangan yang terkena dampak erupsi adalah terkena korosi pada pesawat terbang.

(3) Salah satu tujuan dari *corrosion monitoring* adalah dengan mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dengan mengetahui laju korosi kita dapat mencegah dan mengantisipasi korosi agar dapat mempertahankan kekuatan dari bahan tersebut. Teknik monitoring korosi dapat dibagi menjadi beberapa metode yaitu kinetika (*weight loss*) dan elektrokimia (diagram polarisasi, *linear polarization resistance*, *electrochemical impedance spectroscopy*, *potensial korosi*, dan *electrochemical noise*).

(4) Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka penulis membuat rancangan “Analisis Laju Korosi Pada Superalloy Metal Sebagai Bahan Utama Turbine Blade Terhadap Abu Vulkanik”

Konsep dasar dari proses penelitian laju korosi superalloy terhadap abu vulkanik dirancang sebagai berikut :

Kandungan yang paling tinggi pada Abu Vulkanik adalah Ion sulfur. Ion sulfur secara alami terbentuk oleh letusan gunung berapi. Dimana unsur ini sangat berpengaruh terhadap superalloy ketika unsur ini membentuk senyawa kimia berupa asam kuat ( $H_2SO_4$ ). Asam kuat sangat berpengaruh terhadap superalloy dimana asam kuat dapat membuat superalloy menjadi korosi.

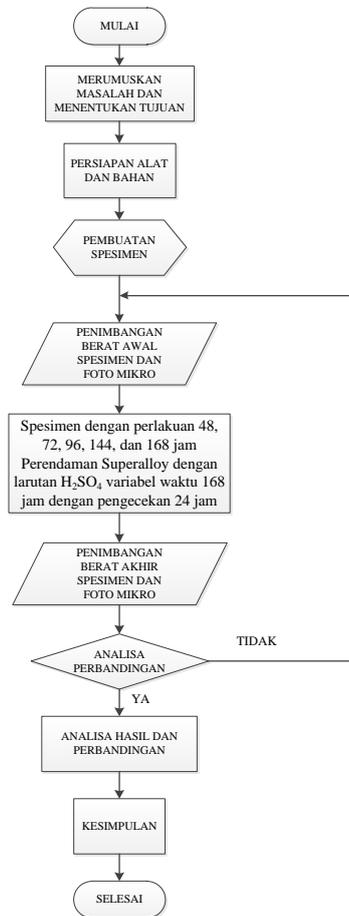
Jadi disini penelitian laju korosi menggunakan  $H_2SO_4$  karena larutan tersebut merupakan kandungan yang tinggi pada Abu Vulkanik

Metode yang digunakan pada penelitian laju korosi ini adalah menggunakan metode eksperimen.

Tabel 1. Skema Penelitian

Material	Larutan Uji I	Larutan Uji II	Variabel Waktu(jam)	Berat (gram)	Laju Korosi (Mpy)
Superalloy	Larutan Abu Vulkanik	$H_2SO_4$	48	40	
			72	40	
			96	40	
			144	40	
			168	40	

## METODE



Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 2. Spesimen uji superalloy



Gambar 3. Abu vulkanik



Gambar 4. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### - Proses Penimbangan Berat Spesimen

- Proses Penimbangan berat spesimen ini dilakukan sebelum perendaman dan sesudah perendaman yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan dan selisih berat spesimen tersebut.

### - Proses perendaman

- Proses perendaman ini dilakukan dengan larutan abu vulkanik dan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan tujuan agar mengetahui pengaruh larutan abu vulkanik dan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap laju korosi pada Superalloy. Dengan variasi waktu perendaman 48, 72, 96, 144, dan 168 jam.

### - Pengujian weight loss

- Pengujian weight loss ini dilaksanakan dengan tujuan agar laju korosi dari Superalloy yang telah direndam dengan larutan abu vulkanik dan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### - Hasil Penelitian Superalloy pada Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Pada hasil penelitian untuk material uji superalloy dengan berat ±40 gram dengan toleransi 0,5 gr pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kehilangan Berat Material Uji

No	S	T (Jam)	B <sub>i</sub> (g)	B <sub>e</sub> (g)	B <sub>h</sub> (g)	P (%)
1.	A	48	39,05	38,86	0,19	0,48%
2.	B	72	39,08	38,68	0,40	1,02%
3.	C	96	40,20	39,57	0,63	1,56%
4.	D	144	39,57	38,61	0,96	2,42%
5.	E	168	40,34	38,89	1,45	3,59%

Berdasarkan analisa perubahan *weight loss* pada penelitian ini sebagai mana ditunjuk pada tabel 2 diatas. Pengurangan berat terendah pada waktu 48 jam dengan nilai 0,19 gram dan tertinggi pda waktu 168 jam dengan nilai 1,45 gram. Untuk pengurangan berat rata-rata adalah 0,00687 gram per jam. atau 63,15 gram per tahun.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Laju Korosi Material Uji

Perhitungan Laju Korosi Superalloy Metode <i>Weight Loss</i>			
No.	Sampel	Waktu (Jam)	Laju Korosi (mm/y)
1	A	48	1,55
2	B	72	2,17
3	C	96	2,57
4	D	144	2,61
5	E	168	3,38



Gambar 5. Perbandingan laju korosi superalloy pada larutan asam sulfat

Setelah dilakukan perhitungan laju korosi dapat diketahui bahwa nilai laju korosi paling rendah terjadi pada waktu perendaman selama 48 jam dengan nilai 1,55 mm/y sementara nilai laju korosi paling tinggi terjadi pada waktu perendaman selama 168 Jam dengan nilai 3,38 mm/y . Dan untuk rata-rata laju korosinya adalah 0,11 mm/y.

#### - Hasil Penelitian Superalloy pada Larutan Abu Vulkanik

Pada hasil penelitian untuk material uji superalloy dengan berat ±40 gram dengan toleransi 0,5 gr pada larutan abu vulkanik.

Tabel 4. Hasil Perhitungan weight loss

No	S	T (Jam)	B <sub>i</sub> (g)	B <sub>e</sub> (g)	B <sub>h</sub> (g)	P (%)
1.	A	48	39,46	39,43	0,03	0,076%
2.	B	72	39,02	38,94	0,08	0,20%
3.	C	96	40,20	40,05	0,15	0,37%
4.	D	144	40,35	40,08	0,27	0,66%
5.	E	168	40,10	39,71	0,39	0,97%

Berdasarkan analisa perubahan *weight loss* pada penelitian ini sebagai mana ditunjuk pada tabel 4 diatas. Pengurangan berat terendah pada waktu 48 jam dengan nilai 0,03 gram dan tertinggi pda waktu 168

jam dengan nilai 0,39 gram. Untuk pengurangan berat rata-rata adalah 0,00174 gram per jam. sama dengan 76,29 gram per tahun.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kehilangan Berat Material Uji

Perhitungan Laju Korosi Superalloy Metode <i>Weight Loss</i>			
No.	Sampel	Waktu (Jam)	Laju Korosi (mm/y)
1	A	48	0,24
2	B	72	0,43
3	C	86	0,61
4	D	144	0,73
5	E	168	0,91



Gambar 6. Perbandingan laju korosi superalloy pada larutan abu vulkanik

#### - Pembahasan Hasil Penelitian



Gambar 7. Perbandingan laju korosi antara larutan asam sulfat dan larutan abu vulkanik

Berdasarkan nilai dari perhitungan kehilangan berat terhadap material ujicoba superalloy. Material superalloy pada larutan asam sulfat selama 168 jam didapat nilai laju korosi untuk waktu 48 sebesar 1,55 mm/y, pada waktu 72 jam sebesar 2,17 mm/y, pada waktu 96 jam sebesar 2,57 mmy, pada waktu

144 jam sebesar 2,61 mm/y, dan pada waktu 168 jam sebesar 3,38 mm/y. Dan untuk rata-rata laju korosinya adalah 0,11 mm/y. Sedangkan material superalloy pada larutan abu vulkanik mempunyai nilai laju korosi dengan waktu 48 jam sebesar 0,24 mm/y, pada waktu 72 jam sebesar 0,43 mm/y, pada waktu 96 jam sebesar 0,61 mm/y, pada waktu 144 jam sebesar 0,73 mm/y, dan pada waktu 168 jam sebesar 0,91 mm/y. Dan untuk rata-rata laju korosinya adalah 0,02 mm/y.

Sementara hasil laju korosi dari kedua material ini terjadi selisih cukup jauh. Jadi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kurang relevan untuk digunakan sebagai pembandingan larutan abu vulkanik karena kandungan asam yang ada didalamnya terpaut tinggi. Sebaiknya menggunakan larutan uji yang lain atau mengurangi kandungan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Pada uji korosi logam superalloy terhadap larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> didapati hasil bahwa perbedaan waktu perendaman mempengaruhi weight loss yang terjadi pada material uji. Rata-rata pengurangan berat adalah 0,00687 gram per jam.
2. Pada uji korosi logam superalloy terhadap larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> semakin lama waktu perendaman tingkat laju korosi semakin tinggi dan di dapati nilai rata-rata laju korosinya sebesar 0,010 milimeter per tahun
3. Pada uji korosi logam superalloy terhadap larutan abu vulkanik didapati hasil bahwa perbedaan waktu perendaman mempengaruhi weight loss yang terjadi pada material uji. Rata-rata pengurangan berat adalah 0,00174 gram per jam.

4. Pada uji korosi logam superalloy terhadap larutan abu vulkanik didapati bahwa semakin lama waktu perendaman semakin tinggi laju korosinya. Dimana dari 48 jam sampai 168 jam grafiknya terus meningkat. Nilai rata-rata laju korosinya adalah 0,002 milimeter per tahun.
5. Pada uji korosi logam superalloy terhadap larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nilai laju korosinya lebih besar dari pada larutan abu vulkanik. Hal ini disebabkan karena kadar larutan asam sulfat tidak disetarakan dengan kadar asam sulfat pada abu vulkanik.

### Saran

1. Sebaiknya kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> di setarakan terhadap kadar asam sulfat yang ada pada larutan abu vulkanik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait laju korosi material superalloy dengan variasi waktu berbeda. Semakin lama waktunya semakin bagus penelitian tersebut
3. Perlu dilakukan penelitian dengan pengaruh laju korosi dengan ukuran spesimen yang berbeda.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrianto. (2009). TEKNIK METALOGRAFI PADA SUPERALLOY. Journal Information, 10(I), 1–16.
- [2] Arohman, A. W., Purbaningrum, S. P., Solih, E. S., & Sudrajat, H. (2022). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekerasan Superalloy Berbasis Nikel Menggunakan Tig. Jurnal Teknologi Dan Manajemen, 20(1), 9–16. <https://doi.org/10.52330/jtm.v20i1.37>
- [3] ASM international. (2007). Chapter 9 Hot Corrosion in Gas Turbines. High-Temperature Corrosion and

- Materials Applications, 250–258.  
<http://files/328/Lai - 2007 - Chapter 9 Hot Corrosion in Gas Turbines.pdf>
- [4] Basuki, E. A. (2013). Inovasi Dan Rekayasa Material Superalloy Serta Upaya Pengembangannya Di Indonesia. Seminar Material Metalurgi, 1–9.
- [5] Efendi, E. (2021). Desain Paduan Logam Untuk Komponen Turbin Pembangkit Listrik. In Desain Paduan Logam Untuk Komponen Turbin Pembangkit Listrik. <https://doi.org/10.14203/press.396>
- [6] Ihsan Yusuf, M., Prof Sumantri Brojonegoro No, J., FT Lt, G. H., & Lampung, B. (2014). Pada Temperatur 750 O C Dalam Lingkungan Atmosfer Yang Mengandung Klor Dan Sulfur. Jurnal FEMA, 2(2), 16–22.
- [7] Mechanical, J., Risano, A. Y. E., Teknik, J., Universitas, M., & Teknik, G. H. F. (2010). Review Dan Analisa Karakteristik Dan Penyebab Kerusakan Sudu Turbin Gas. 1.
- [8] Mengenal Inconel “Superalloy Berbasis Nikel” dan Aplikasinya - %. (n.d.). Retrieved March 10, 2022, from <https://www.steelindopersada.com/2016/09/inconel-incolloy-superalloy-adalah.html>
- [9] Mohammad Badaruddin, S. (2012). Peningkatan Ketahanan Korosi Temperatur Tinggi Baja Karbon Rendah (AISI 1020) Dengan Pelapisan Celup Panas Aluminium Untuk Aplikasi Pada Pipa Gas Panas Bumi. Aisi 1020, 72–77.
- [10] Proses Mekanisme Korosi Pada Temperatur Tinggi. Pengertian Penjelasan. (n.d.). Retrieved March 10, 2022, from <https://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/korosi-corrosion/korosi-temperatur-tinggi/>
- [11] S. Sutono, J. Purnomo, dan J. P. A. J., & Badan. (2017). Berkah Abu Vulkanis Bahan Pembena Tanah.
- [12] Suharno, Sugiyanto, A., Estriyanto, Y., & Harjanto, B. (2013). Analisis Kegagalan Retak dan Teknologi Perbaikan Sudu Turbin Jenis Inconel 792 pada Pesawat Terbang. Jurnal Teknik Mesin, 14(1), 22–27. <https://doi.org/10.9744/jtm.14.1.22-27>
- [13] Umam, M. F., Alhidayah, Y., & Fauziah, R. (2019). Analisis Material Endapan Vulkan Gunung Semeru Kabupaten Lumajang. Majalah Pembelajaran Geografi, 2(1), 92–98.
- [14] Yahya Dwi Putra Nugraha, Suharno, Y. E. (2017). Pengaruh Proses Post Weld Heat Treatment (PWHT) Pada Pengelasan Material Paduan Super Berbasis Nikel Dengan Metode Tungsten Inert Gas (TIG) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan, X(2), <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>.