

ANALISIS MATERIAL *ALUMINIUM ALLOY* TERHADAP LAJU KOROSI YANG DI SEBABKAN OLEH UDARA LAUT PADA STRUKTUR *LEADING EDGE* PESAWAT

¹Muhammad Nur Abid Fakhri, ² Heru Susanto, ³ Muhammad Luqman Bukhori

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, STTKD Yogyakarta

Abstrak

Korosi merupakan suatu sifat dari material yang mengakibatkan material tersebut kehilangan berat dan kekuatannya dimana faktor sifat korosi ini dapat terjadi karena disebabkan oleh kondisi lingkungan sekitar yang mengakibatkan pengaruh korosi pada material tersebut. Dalam dunia penerbangan korosi merupakan hal yang sangat diperhatikan oleh para teknisi pesawat terbang karena jika mengabaikan korosi ini akan sangat mengganggu aktifitas dari pesawat terbang tersebut. Dan pada bagian pesawat paling banyak menggunakan material aluminium alloy terutama pada bagian leading edge materialnya terbuat dari aluminium alloy. Untuk mengetahui korosi yang terjadi pada pesawat kita bisa melakukan pengujian material seperti pengujian foto mikro dan weight loss guna untuk melihat seberapa cepat laju korosi yang terjadi pada material aluminium tersebut. Oleh karena itu agar memperlambat terjadinya laju korosi pada material aluminium alloy maka akan dilakukan pelapisan yang menggunakan lapisan inhibitor campuran yaitu kalium kromat dan natrium kromat, untuk memperlambat laju korosi yang terjadi.

Kata kunci: Korosi, leading edge, aluminium alloy, weight loss, foto mikro, inhibitor

Abstract

Corrosion is a property of a material that causes the material to lose its weight and strength where this corrosion property factor can occur because it is caused by environmental conditions that result in the effect of corrosion on the material. In the world of aviation, corrosion is a matter of great concern to aircraft technicians because if you ignore this corrosion, it will greatly disrupt the activities of the aircraft. And on the plane most use aluminum alloy material, especially on the leading edge the material is made of aluminum alloy. To find out the corrosion that occurs on the aircraft, we can do material testing such as micro photo testing and weight loss in order to see how fast the corrosion rate is on the aluminum material. Therefore, in order to slow down the corrosion rate on the aluminum alloy material, a coating using a mixed inhibitor layer, namely potassium chromate and sodium chromate, will be carried out to slow down the corrosion rate that occurs.

Keywords: Corrosion, leading edge, aluminum alloy, weight loss, micro photo, inhibitor

Pendahuluan

Korosi di pesawat terjadi di beberapa tempat dan merupakan masalah yang besar bagi pesawat itu sendiri. Korosi dapat terjadi di di *body* maupun *wing* ataupun *engine* pada pesawat (Rosyidin, 2017). Korosi disebabkan akibat adanya reaksi oksidasi antara logam dengan oksigen di lingkungan. Sedangkan laju korosi akan lebih cepat terjadi apabila dilingkungan yang memiliki memiliki pH 4 sampai dengan 9 (Machfuroh *et al.*, 2021). Menurut Federal Aviation Administration (2018) korosi dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi polusi lingkungan, zat kimia pada *runway* dan taxiway yang digunakan untuk mencegah terjadinya *icing*, kelembaban, temperatur dan cuaca. Jumlah ini mampu mempercepat laju korosi yang terjadi pada material tersebut tergantung dari sifat material itu sendiri .

Bagian luar pesawat yang sering terjadi korosi seperti pada *leading edge* pesawat (Jamaludin, 2019). Hal ini dikarenakan adanya kontaminasi secara langsung antara bagian depan *wing* (*leading edge*) pesawat dengan udara dari air laut. Air laut mengakibatkan proses laju korosi semakin meningkat (Budiyanto, 2021). Dampaknya yaitu *leading edge* pesawat harus membutuhkan perawatan material

¹Email Address: 180202045@students.sttkd.ac.id
Received 23 September 2022, Available Online 30 Juli 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.664>

yang terkena korosi setiap tahunnya. Pada struktur pesawat terbang terdiri beberapa bahan salah satunya *aluminium alloy* yang terletak pada *leading edge* pesawat. Perawatan material tersebut menghabiskan biaya yang cukup mahal dan sulit untuk melakukan perawatan. Dengan demikian perlu adanya suatu pelindung tambahan agar meminimalisir terjadinya korosi.

Oleh karena itu penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian pada *aluminium alloy* untuk melapisi *aluminium alloy* agar memperlambat laju korosi serta mempermudah dalam melakukan perawatan pesawat terutama pada *leading edge* pesawat, yaitu menggunakan lapisan inhibitor kalium kromat dan natrium kromat yang di campur untuk digunakan sebagai lapisan material yang berfungsi sebagai penghambat laju korosi yang terjadi pada *leading edge* pesawat, sehingga mampu meminimalisir biaya yang ada bagi instansi atau perusahaan dan mempermudah perawatan pada *leading edge* pesawat.

Tinjauan Pustaka

Korosi

Korosi adalah proses perusakan material yang terjadi disebabkan pengaruh lingkungan. Menurut Mardiah *et al.* (2017) korosi disebabkan oleh reaksi oksidasi antara oksigen dengan lapisan logam tertentu. Apabila logam lebih banyak berinteraksi dengan lingkungan yang banyak mengandung oksigen maka akan lebih cepat terjadi korosi.

Pesawat masa kini terbuat dari metal ringan yang memiliki daya reaktif tinggi terhadap kontaminasi atmosfer. Garam yang terbentuk dari udara yang berasal dari daerah *coastal* (pantai) dan kontaminasi industri dari area urban yang berpengaruh terhadap struktur *aluminium alloy*, semua itu tergantung dari keputusan yang ditetapkan oleh *Air Transport Association*, dan biaya yang dikeluarkan lumayan besar dalam setahun untuk mengatasi masalah korosi (Rosyidin, 2017). Kemudian pada metode *weight loss* atau kehilangan berat ini akan menentukan nilai untuk menghitung laju korosi yang terjadi pada material tersebut, berikut adalah tabel nilai ketetapan laju korosi.

Tabel 1. Nilai ketetapan laju korosi

Laju korosi yang di inginkan	Nilai ketetapan laju korosi (K)
Mil pertahun	3.45×10^6
Inchi per tahun	3.45×10^3
Inchi per bulan	2.87×10^2
Milimeter per tahun	8.76×10^4
Mikrometer per tahun	8.76×10^7
Gram per meter persegi per jam ($\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$)	$1.00 \times 10^4 \times D^A$

Sumber: (Priyahapsara dan Habibie, 2019)

Alluminium Alloy

Pilihan material pesawat terbang ada pada *aluminium*, karena sifatnya yang ringan, cukup tangguh, tahan terhadap beberapa pengaruh lingkungan, mudah dibentuk dan relatif lebih murah dibandingkan logam murni lainnya (Adamy *et al.*, 2020). Sejumlah komponen pesawat terbang dimana 30% menggunakan material *aluminium alloy*, dimana *aluminium* tersebut berjenis Al 2024 – T3, pada lingkungan korosif seperti dilingkungan air laut akan sering terjadi mengalami korosi, proses tersebut menyebabkan terjadinya kerusakan pada struktur pesawat terbang. Cara yang tepat agar *aluminium* berdaya tahan lama terhadap korosi adalah dengan cara oles atau dengan cara semprot, dengan menambahkan lapisan yang tahan korosi seperti inhibitor (Mardiah *et al.*, 2017).

Inhibitor

Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu material, dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan tersebut terhadap suatu logam didalamnya. Pada prakteknya, jumlah yang di tambahkan adalah sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu, Pengendalian korosi dapat dilakukan dengan pemilihan material, pelapisan inhibitor, dan desain. Salah satu cara untuk menghambat laju korosi adalah dengan pelapisan cairan *inhibitor* (Ubaydillah *et al.*, 2019). Secara umum *inhibitor* merupakan suatu zat kimia yang ditambahkan kesuatu lingkungan yang dapat mengurangi laju korosi terhadap suatu logam.

Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudra. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 ml) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namun tidak seluruhnya. Walaupun kebanyakan air laut di dunia memiliki kadar garam sekitar 3,5 % terkadang air laut juga berbeda-beda kandungan. Akibat dari kadar garam tersebut dapat memicu terjadinya korosi pada logam. Menurut Budiyanto (2021) air laut dapat menyebabkan korosi pada logam secara cepat. Selain itu kadar garam di beberapa danau juga dapat lebih tinggi lagi (Sulistioso *et al.*, 2016). Dengan demikian maka pada alat transportasi yang melewati bagian air laut harus dilakukan perawatan terkait adanya korosi.

Perhitungan Korosi

Korosi dapat mengakibatkan penurunan sifat mekanik suatu struktur yang disebabkan oleh lingkungan yang mengakibatkan korosi, atau biasa disebut dengan kata *weight loss*. *Weight loss* ini sendiri dapat terlihat dengan jelas apabila suatu material mengalami korosi dan akibat dari korosi itu maka material tersebut akan kehilangan berat. Menurut Priyahapsara dan Habibie (2019) persamaan yang digunakan untuk menghitung *weight loss* yaitu:

$$W = W_0 - W_A$$

Keterangan:

W = Kehilangan berat (gram); W_0 = Berat awal (gram); W_A = Berat akhir (gram)

Selanjutnya dari perhitungan *weight loss* dapat digunakan untuk mencari nilai laju korosi, adapun persamaannya menurut Priyahapsara dan Habibie (2019) yaitu:

$$CR = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

Keterangan:

CR = *Corotion Rate* ; K = Konstanta laju korosi ; W = Kehilangan berat (gram) ; A = Luas permukaan logam (cm^2) ; T = Waktu (jam) ; D = Densitas logam (gr/cm^3)

Foto mikro

Foto mikro menggunakan alat yang namanya mikroskop dan alat ini sangat berperan penting pada material yang terjadi korosi, karena foto mikro dapat melihat secara jelas dan sangat dekat bagian yang terjadi korosi pada material tersebut. Pada foto mikro dapat juga menentukan jarak lensa ke material yang mengalami korosi tergantung pada tingkat korosi yang terjadi pada material tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar laju korosi yang terjadi pada material *aluminium*. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode yang berbeda sebagai perbandingan laju korosi yang terjadi, yaitu dengan kondisi *aluminium alloy* biasa dan *aluminium alloy* yang dilapisi lapisan

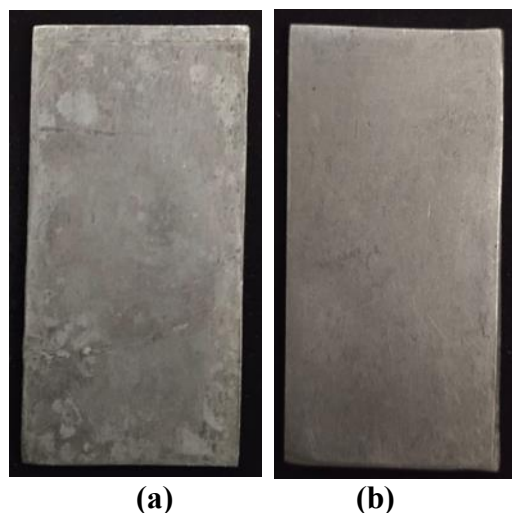
inhibitor. Dalam kondisi sekitar pesisir pantai daerah Yogyakarta. Setelah mendapatkan sampel yang akan diuji, dilanjutkan dengan pengujian untuk mengukur laju korosi yang terjadi pada *aluminium alloy* saat berada di sekitar udara laut, pengujian yang dipilih yakni pengujian foto mikro dan *weight loss* dengan material tanpa menggunakan inhibitor dan material yang ditambahkan inhibitor untuk menghambat laju korosi. Maka akan di dapatkan hasil dari pengujian tersebut kemudian dilakukan analisis dan perhitungan data yang sudah didapatkan.

Setelah proses membiarkan material *aluminium alloy* berada di sekitar udara laut selanjutnya maka dilakukan proses pengujian korosi dengan menggunakan alat timbangan analitik dan alat foto mikro maka akan diperoleh data tingkat korosi yang terjadi pada *aluminium alloy* secara otomatis. Proses selanjutnya yaitu membandingkan laju korosi pada *aluminium alloy* biasa dan *aluminium alloy* yang sudah dilapisi oleh lapisan inhibitor, serta dapat juga diamati secara visual jenis korosi yang terjadi pada setiap masing-masing sampel *aluminium alloy*.

Hasil dan Pembahasan

Efek Penjemuran Material

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh data yaitu, pada material *aluminium alloy* 2024 T-3, pada 2 spesimen material tersebut jika dilihat secara visual maka dapat diketahui bahwa material pertama yang dijemur di lingkungan udara laut terlihat terjadi korosi yang luas di permukaan material tersebut, kemudian material kedua yang dilapisi oleh lapisan inhibitor campuran, lebih sedikit daerah yang terkena korosi pada permukaan material tersebut.



Gambar 1. Dampak penjemuran di bawah sinar matahari, (a) Tanpa inhibitor, (b) Dengan inhibitor

Laju korosi

Pengujian ini menggunakan waktu 21 hari (504 jam), masing – masing material mengalami perubahan masa berat yang berbeda dan dapat terlihat juga secara langsung bahwa kedua material tersebut mengalami korosi. Hasil dari penjemuran kedua material tersebut dapat terlihat pada tabel 4.1. Hasil yang diperoleh dari penjemuran kedua material yang menggunakan lapisan inhibitor campuran dan tanpa menggunakan lapisan inhibitor campuran terlihat jelas yaitu material Al yang tanpa menggunakan inhibitor campuran dengan waktu penjemuran di lingkungan laut selama 504 jam atau 21 hari menghasilkan *Weight loss* sebesar 0,78 gr sedangkan material Al yang menggunakan lapisan inhibitor campuran dengan waktu penjemuran di lingkungan laut selama 504 jam atau 21 hari menghasilkan *weight loss* sebesar 0,14 gr.

Tabel 2. Hasil uji *weight loss*

Spesimen	Waktu (jam)	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)	<i>Weight Loss</i> (gr)
Al tanpa menggunakan inhibitor campuran	504	6	5,922	0,78
Al menggunakan inhibitor campuran	504	6	5,986	0.14

Berdasarkan penelitian yang dilakukan metode *weight loss* yang ditentukan digunakan untuk menghitung laju korosi yang terjadi pada Aluminium yang telah di uji. Faktor yang akan digunakan pada perhitungan laju korosi pada material *aluminium* adalah $8,76 \times 10^4$ sesuai dengan standar laju korosi dengan satuan mm/year. Perhitungan laju korosi mengacu pada berat awal material yaitu 6 gram, *density* sebesar $11,4 \text{ gr/cm}^3$, luas area permukaan sebesar $22,8 \text{ cm}^2$, menggunakan waktu penjemuran di daerah lingkungan laut selama 504 jam dapat dihitung sebagai berikut :

$$CR = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

$$CR = \frac{8,76 \times 10^4 \times 0,78}{22,8 \text{ gr/cm}^3 \times 504 \text{ jam} \times 11,4 \text{ cm}^3}$$

$$CR = \frac{68\,328 \text{ gram}}{130\,999,68}$$

$$CR = 0,521589 \text{ mm/year}$$

Penjabaran diatas merupakan hitungan dari material *aluminium* yang tanpa menggunakan lapisan inhibitor, kemudian berikut ini adalah penjabaran dari material *aluminium* yang menggunakan lapisan inhibitor campuran adalah sebagai berikut :

$$CR = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

$$CR = \frac{8,76 \times 10^4 \times 0,14}{22,8 \text{ gr/cm}^3 \times 504 \text{ jam} \times 11,4 \text{ cm}^3}$$

$$CR = \frac{12\,264}{130\,999,68}$$

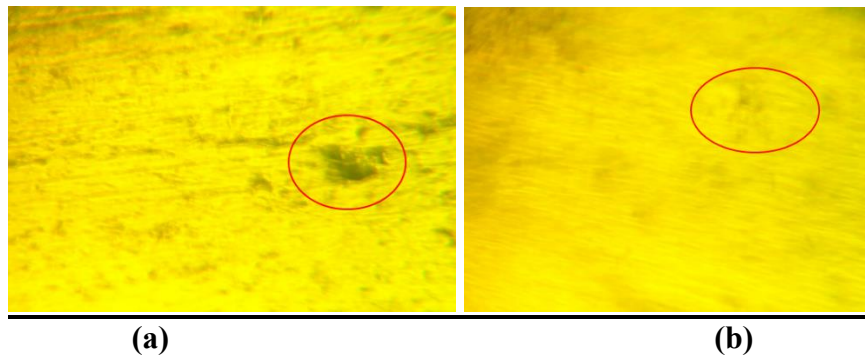
$$CR = 0,093618 \text{ mm/year}$$

Dari hasil tersebut diketahui bahwa laju korosi pada *aluminium* dengan melakukan lapisan dan tanpa lapisan dapat terlihat jelas perbedaanya. Pada spesimen *aluminium* yang tanpa menggunakan lapisan inhibitor campuran ini memiliki laju korosi sebesar $0,521589 \text{ mm/year}$, kemudian pada spesimen *aluminium* yang menggunakan lapisan inhibitor campuran ini memiliki laju korosi sebesar $0,093618 \text{ mm/year}$.

Foto Mikro

Pada gambar a terlihat jelas pada lingkaran merah bahwa *aluminium* alloy yang tidak terlapsi oleh inhibitor campuran memiliki bercak hitam yang luas hal itu di karenakan pengaruh dari lingkungan udara laut pada material *aluminium* tersebut dan karna itu dapat menyebabkan pengaruh laju korosi

Pada gambar b terlihat jelas gambar yang dilingkari warna merah bahwa *aluminium alloy* yang terlapsi oleh lapisan inhibitor memiliki permukaan yang lebih bersih dari bercak hitam. Dengan menggunakan lapisan inhibitor campuran ini dapat menghambat terjadinya korosi pada material *aluminium alloy* tersebut, akan tetapi jika dilihat secara langsung tanpa menggunakan alat foto mikro maka pengaruh laju korosi yang terjadi tidak terlalu terlihat jelas oleh karena itu untuk melihat secara jelas pengaruh laju korosi maka harus menggunakan suatu alat yaitu alat foto mikro. Pengaruh korosi kemungkinan akan tampak terlihat jelas apabila material tersebut atau spesimen tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berada disekitar udara lingkungan laut.



Gambar 2. Hasil foto mikro, (a) Tanpa inhibitor, (b) Dengan inhibitor

Kesimpulan

Pada kedua material *aluminium alloy* 2024 T-3 setelah melalui proses penjemuran di udara lingkungan laut dapat terlihat perbedaan diantara permukaan *aluminium alloy* 2024 T-3 tersebut. Sebagian besar dari struktur material di pesawat menggunakan bahan *aluminium alloy*, oleh karena itu tidak menutup kemungkinan akan terjadinya korosi walau membutuhkan jangka waktu yang lama. Akan tetapi bagian struktur luar pesawat seperti contohnya *leading edge* pada pesawat akan lebih cepat mengalami laju korosi dikarenakan terkontaminasi secara langsung oleh udara terlebih lagi jika udara lingkungan laut yang persentase pengaruh korosi terhadap material lebih besar. Material *aluminium* mengalami korosi dengan cepat jika tanpa lapisan inhibitor campuran yang digunakan. Dari kedua metode pengujian tersebut laju korosi yang terjadi pada kedua material dapat terlihat perbedaan secara signifikan.

Saran

Jika penjemuran dilakukan dengan waktu yang lebih lama maka akan terlihat jelas korosi yang terjadi pada material tersebut. Melakukan pengujian SEM agar dapat menghasilkan nilai korosi yang lebih jelas dan detail.

Daftar Pustaka

- Adamy, M. E., Ghofur, M. A., Infantono, A., & Purwantiningsih, Y. T. (2020). Optimasi Desain Dan Analisis Kekuatan Struktur Sayap Komposit, Alumunium dan Titanium Dengan Variasi Material, Thickness Dan Kondisi Batas Menggunakan MSC Patran Nastran (Studi Kasus Pesawat UAV CH-4). *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 6, 81–92.
- Budiyanto, L. (2021). Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Plat Lambung Kapal Bobot 1500 DWT. *Jurnal Dinamika Bahari*, 2(1), 91–96.
- Federal Aviation Administration. (2018). Aviation Maintenance Technician Handbook - General. In *Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe* (Vol. 1).
- Jamaludin. (2019). Pengaruh Ketebalan Elektroplating Menggunakan Nikel dan Krom pada Alumunium Alloy 2024 terhadap Laju Korosi. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 91(2), 498–501.
- Machfuroh, T., Pradani, Y. F., & Ghufron, W. (2021). Pengaruh Jarak Dan Waktu Electroplating Terhadap Laju Deposit dan Korosi Aluminium Alloy. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 9(1), 09–22.
- Mardiah, Lapua, E. P., Wahyudiantara, I. P., Iqbal, M., Lestari, I., Rodiyatunnisa, Sakinah, N., Novianti, H. L., & Fadilah, O. A. (2017). Studi Laju Korosi Logam Aluminium Dengan Penambahan Inhibitor Dari Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomyrtus Tomentosa*) Dalam Larutan NaCl. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 40–41.
- Priyahapsara, I., & Habibie, B. Y. (2019). Ketahanan Korosi Sambungan Friction Stir Welding dengan Variasi Material Pin Tool. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 76–82.
- Rosyidin, A. (2017). Perbaikan , Dampak Korosi Pada Pesawat Udara Boeing 737. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 5–7.
- Sulistioso, G. ., Ihsan, M., & Komarudin. (2016). Analisis Korosi Dari Ss 440c Pada Media Air Analisis Korosi Dari Ss 440c Pada Media Air Tawar Dan Air Laut. 7–12.
- Ubaydillah, G., Mulyaningsih, N., & Pramono, C. (2019). Pengaruh penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap laju korosi pada rantai dapra kapal. *Jurnal Mer-C*, 2(1), 3–9.