

ANALISIS PENGARUH ELECTROPLATING PADA ALUMINIUM ALLOY 2024 MENGGUNAKAN NIKEL DAN KROM TERHADAP LAJU KOROSI DENGAN METODE POLARISASI LINEAR

Yusuf Miftakh¹, Jamaludin²

^{1,2}Program Studi D3 Teknik Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: miftakhyusuf@gmail.com, jamal_reog99@ymail.com

Abstrak

Korosi di definisikan sebagai proses perusakan pada permukaan logam yang disebabkan reaksi kimia terhadap lingkungannya. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses kerusakannya. Korosi pada struktur pesawat adalah hal yang fatal jika di abaikan dan bisa menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kecelakaan pesawat terbang. *Aluminium Alloy 2024* merupakan salah satu jenis paduan logam yang paling sering dipilih sebagai bahan untuk membuat struktur pesawat terbang. Berdasarkan permasalahan tersebut produsen pesawat terbang membuat jadwal pemeriksaan rutin terhadap masing-masing bagian struktur pesawat yang menggunakan *Aluminium alloy 2024* untuk memberikan jaminan keamanan dan keselamatan. Perhitungan laju korosi dan uji coba dari masing-masing sampel, diperoleh bahwa nilai laju korosi pada aluminium dengan pelapisan logam krom memiliki tingkat laju korosi yang lebih lambat sebesar 0.52008 mpy dibandingkan dengan sampel yang hanya dilapisi nikel dan tanpa pelapisan. Sedangkan sampel dengan pelapisan nikel laju korosinya sebesar 0.61990 mpy lebih lambat dibandingkan dengan sampel tanpa pelapisan logam. Laju korosi terbaik pada aluminium alloy 2024 terdapat pada aluminium dengan pelapisan krom.

Kata kunci : *aluminium alloy 2024*, laju korosi, *electroplating*

1. PENDAHULUAN

Korosi didefinisikan sebagai proses perusakan pada permukaan logam yang disebabkan oleh reaksi kimia dengan lingkungannya. korosi merupakan reaksi elektrokimia yang bersifat alamiah dan berlangsung spontan. Korosi dapat menyebabkan kerusakan yang fatal pada struktur pesawat yang dapat mengakibatkan kecelakaan pesawat terbang. Korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali tetapi lajunya dapat diperlambat. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi cepat lambatnya peristiwa korosi diantaranya adalah kelembaban udara, kandungan oksigen di udara, keberadaan air, ketersediaan ion H⁺ yang dapat berasal dari asam, dan juga keberadaan garam. Ada berbagai cara guna mengurangi laju korosi, yaitu dengan cara

pelapisan dan membuat *alloy* atau paduan logam yang bersifat tahan karat.

Aluminium alloy 2024 merupakan salah satu jenis paduan logam yang paling sering dipilih produsen pesawat terbang sebagai bahan untuk membuat struktur pesawat terbang. Karena sifat mekanisnya yang memiliki kekuatan yang tinggi untuk rasio berat cocok di aplikasikan di pesawat terbang. *Aluminium alloy 2024* memiliki ketahanan terhadap korosi yang rendah. Oleh karena itu produsen pesawat terbang melapisi *aluminium alloy 2024* dengan sedikit lapisan *aluminium* murni yang memiliki sifat sangat tahan terhadap korosi pada permukannya dengan ketebalan lapisan 30-50 mm (Mondolfo, L.F : 1979). Tetapi *aluminium* murni ini memiliki *wear resistance* yang rendah dan permukaan yang sangat tipis.

Logam nikel dan krom merupakan salah satu logam yang dapat memberikan proteksi korosi yang sangat baik dan juga sebagai anti aus (*wear resistant*). Pelapisan menggunakan logam nikel dan krom dapat menghambat laju korosi pada logam serta meningkatkan kekerasan, tegangan tarik dan *elastic limit*

Ada beberapa metode pelapisan logam dengan menambahkan logam lain antara lain yaitu *electroplating*, *spray metal coating*, *anodizing*, dan *cladding*. *electroplating* memberikan lapisan permukaan yang sangat merata dengan kualitas yang tinggi, karena kontrol yang teliti dapat dilakukan pada semua tingkat. Dan tidak ada perlakuan panas pada material yang akan dilapisi sehingga tidak ada resiko kerusakan sifat mekanik material tersebut.

Berdasarkan masalah tersebut penulis tertarik untuk mencoba pelapisan dengan metode lain. Pencegahan korosi pada logam dengan metode pelapisan, juga dapat dilakukan cara pelapisan logam menggunakan logam lain yang tahan karat dan menambah sifat mekanis dari logam tersebut.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Disini penulis akan menggunakan plat *aluminium alloy 2024* terbuat dari material logam ringan dan kuat berbentuk lembaran yang mudah dalam pengerjaannya. Plat ini memiliki sifat yang tahan terhadap segala cuaca serta tidak mudah terbakar sehingga sangat cocok digunakan di daerah tropis. Plat ini akan dipotong selebar 50 x 50 mm untuk mempermudah dalam penghitungan laju korosi

Bahan yang digunakan dalam proses *electroplating aluminium alloy 2024* dengan pelapisan nikel dan krom antara lain:

- Larutan krom
- Larutan nikel
- Larutan asam klorida
- Aluminium alloy 2024*

Chromium

Logam krom memiliki nilai tinggi dalam ketahanan terhadap korosi. Sifat krom yang menonjol adalah mudah teroksidasi dengan

udara membentuk lapisan krom oksida pada permukaan. Lapisan ini bersifat kaku, tahan korosi, tidak berubah warna terhadap pengaruh cuaca, tetapi larut dalam asam klorida dan tidak larut dalam asam nitrat. Karakteristik logam krom :

Lambang	: Cr
Density	: 7,2 g/cm ³
elektron valensi	: 1
Massa atom	: 65.37 gr/mol

Nickel

Merupakan salah satu logam penting untuk menanggulangi korosi. Nikel tahan terhadap banyak zat korosif. Sebagian besar masalah korosi yang rentan dan solusinya dapat ditangani dengan nikel. Pada kenyataannya, ketahanan korosi pada suatu paduan *natrium hidroksida* bergantung proporsional terhadap kandungan nikel pada paduan tersebut. Secara keseluruhan, nikel memperlihatkan ketangguhannya dalam ketahanan terhadap korosi baik terhadap larutan netral dan sedikit asam. Senyawa nikel digunakan terutama sebagai katalis serta dalam *electroplating*. Pada proses plating, walau kebanyakan nikel dari anodanya, tetap perlu terus ditambahkan larutannya ke bak plating. Garam-garam untuk plating itu misalnya nikel karbonat, nikel khlorida, nikel fluoborat, nikel sulfamat, nikel sulfat. Berikut merupakan beberapa karakteristik dari logam nikel:

Lambang	: Ni
Density	: 8,9 g/cm ³
elektron valensi	: 2
Massa atom	: 58.71gr/mol

Aluminium alloy 2024

Aluminium alloy 2024 merupakan *aluminium* paduan mangan dan tembaga (paduan *Al-Cu-Mg*). *Magnesium* dalam *aluminium alloy 2024* meningkatkan kekuatan dan kekerasan dari paduan tersebut, dan tidak terlalu berpengaruh pada ketahanan korosi dari material.

Paduan *aluminium* dengan *Copper* dalam paduan ini seharusnya mendapat nilai resistansi terhadap kontak korosi yang maksimal. Paduan ini memiliki ketahanan

terhadap beban berulang yang bagus, terutama dalam bentuk yang tebal. *Aluminium alloy 2024* juga banyak diaplikasikan untuk material struktural kedirgantaraan. *Aluminium alloy 2024* banyak digunakan di bagian struktur pesawat. Produk *Aluminium alloy 2024* yang memiliki ketebalan yang tipis biasa digunakan untuk *skin* badan pesawat, *skin* pada *wing* dan di bagian mesin dimana suhu tinggi mencapai 250⁰ F. Semua *aluminium* seri 2xxx rentan terhadap korosi atmosferik. Paduan ini harus dilindungi setidaknya pada permukaannya.

Electroplating

Electroplating atau lapis listrik adalah suatu proses pengendapan /deposisi suatu logam pelindung yang dikehendaki diatas logam lain dengan cara elektrolisis. Pada *electroplating* yang lebih diperlukan bukan mencari berat total logam yang terdepositasi pada katoda, melainkan tebal dan distribusi endapan katoda. Arus listrik merupakan variabel penting dari *electroplating* yang menentukan karakter lapisan, distribusinya, efisiensi arus dan sebagainya. Densitas arus dinyatakan dalam ampere per satuan luas (A/m², A/dm², A/cm²). Arus listrik yang diperbolehkan dalam proses *electroplating* yaitu sebesar 20 mA sampai dengan 4000 mA.

Tabel 1. Ketentuan *Voltage Electroplating* (*The Complete Plating Manual*)

Proses <i>Electroplating</i>	Volt
Nickel	1.5 – 6
Decorative Chrome	3 – 12
Pure Aluminium	1 – 4

Michael Faraday menetapkan hubungan antara kelistrikan dan ilmu kimia pada reaksi elektrokimia. Hukum *Faraday* menetapkan bahwa:

1. Masa zat yang dipindahkan pada elektroda sama dengan jumlah arus listrik yang mengalir.
2. Jumlah zat yang dipindahkan pada elektroda yang dibebaskan oleh sejumlah

listrik tertentu sebanding dengan ekivalen kimianya.

Dapat dirumuskan dengan persamaan matematisnya sebagai berikut:

$$w = \frac{M_a \cdot i \cdot t}{nF} \quad (1)$$

dengan :

w = berat logam yang diendapkan (gr)

M_a = massa atom (gr/mol)

i = Arus listrik (amp)

t = Waktu (sec.)

n = *electron* valensi

F = bilangan Faraday (96.500 Coulomb)

Berikut merupakan persamaan untuk menentukan ketebalan hasil pelapisan *electroplating* :

$$T = \frac{w}{A \times \rho} \quad (2)$$

dengan :

T = Ketebalan (cm)

w = Berat yang terdeposit (gr)

A = Luas Area (cm²)

ρ = *Density* jenis pelapis (g/cm³)

Pelapisan nikel dan krom dengan tebal 40 mm pada *aluminium alloy 2024* yang berukuran 50 x 50 mm dengan cara *electroplating* menggunakan arus sebesar 3 A dengan persamaan Faraday dan Lowenheim didapatkan hasil antara lain :

Tabel 2. Waktu *Electroplating*

<i>Electroplating</i>	Waktu (menit)
<i>Electroplating</i> nikel	16.2541
<i>Electroplating</i> krom	5.905

Setelah dilakukan pembuatan sampel penulis melakukan uji polarisasi linear guna untuk mencari parameter- parameter yang diperlukan untuk menghitung laju korosi yang terjadi.

Polarisasi

Metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi, metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang (memperkirakan

walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda.). Kelebihan metode ini ada kita dapat langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat di ukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

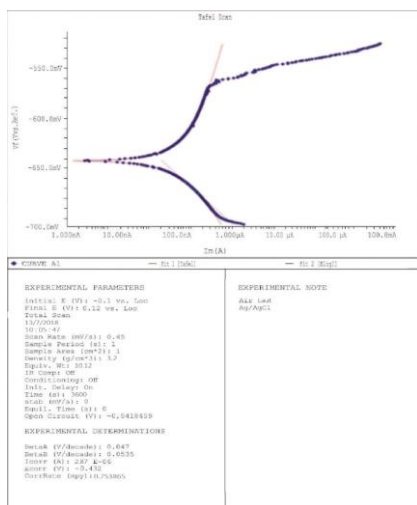
Pengujian korosi dilakukan pada ketiga jenis sampel sesuai dengan American Society for Testing and Materials (ASTM) G59 – 97 yaitu standar untuk melakukan pengukuran resistensi polarisasi potensiodinamik. Proses pengujian ini menggunakan elektroda Ag / AgCl dan membutuhkan waktu 3600 detik sebagai standar waktu pengujiannya. Selama 1 jam polarisasi sampel terhadap air laut akan diukur yang nantinya dihasilkan parameter yang akan digunakan untuk menghitung laju korosi sampel menggunakan alat *potensiostat* dengan menggunakan metode polarisasi linier dengan rumus :

$$CR = K \frac{I_{corr} \times EW}{\rho} \quad (3)$$

dengan :

- CR = Laju Korosi (mmpy)
- 1 mmpy = 0.0254 mpy
- I_{corr} = Arus korosi (mA/cm²)
- EW = Berat ekivalen elektroda

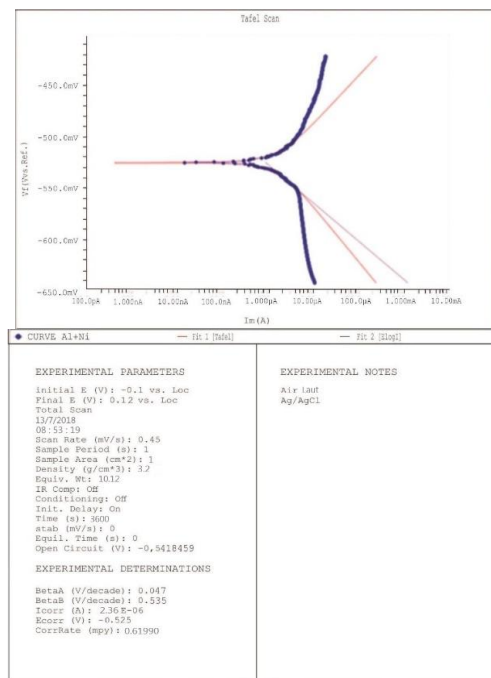
Dari hasil pengujian korosi didapat parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung laju korosi sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Uji Polarisasi Linear Aluminium Alloy 2024

Dapat diketahui bahwa grafik polarisasi linear yang terjadi pada *aluminium alloy 2024* adalah sebuah grafik potensial-densitas arus, dimana sumbu y (potensial korosi) dan sumbu x (arus korosi). Kurva polarisasi anoda dan katoda tidak berpotongan sehingga pembacaan potensial dan arus korosinya kurang jelas. Adanya tafel anoda dan katoda digunakan untuk menentukan perpotongan antara kurva anoda dan katoda.

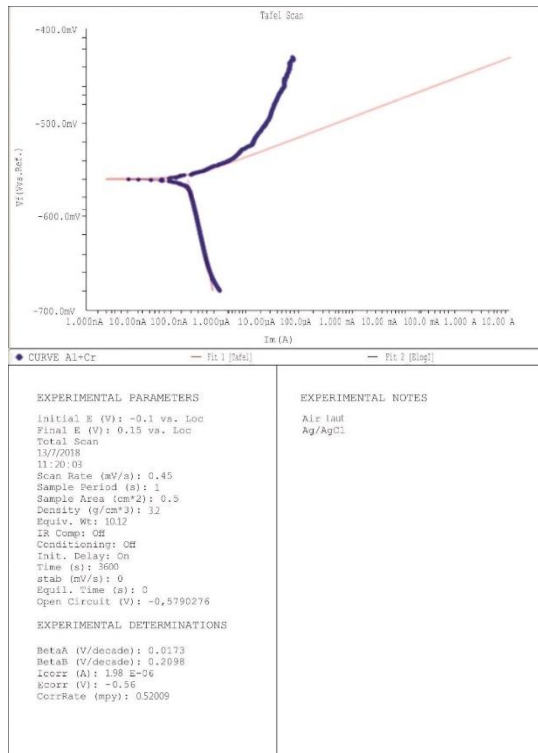
Sehingga didapatkan parameter dari hasil uji polarisasi linear yang nantinya digunakan untuk menghitung laju korosi *aluminium alloy 2024* antara lain $I_{corr} = 2.87 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$, $EW = 10.12$, $Density = 3.2 \text{ gr/cm}^3$ dan memiliki laju korosi sebesar 0.75386 mpy.



Gambar 2. Grafik Uji Polarisasi Linear Aluminium Alloy 2024 + Nikel

Dapat diketahui bahwa grafik ini menunjukkan terjadinya reaksi anoda dan katoda pada *aluminium alloy 2024* yang dilapisi dengan logam nikel. Dimana sumbu y (potensial korosi) dan sumbu x (arus korosi). Kurva polarisasi anoda dan katoda tidak berpotongan sehingga pembacaan potensial dan arus korosinya kurang jelas. Adanya tafel anoda dan katoda digunakan untuk menentukan perpotongan antara kurva anoda dan katoda. Maka dengan adanya tafel dapat diperoleh parameter dari hasil uji polarisasi

linear yang nantinya akan digunakan untuk menghitung laju korosi *aluminium alloy* 2024 dengan pelapisan nikel antara lain : $I_{corr} = 1.36 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$, $EW = 10.12$, $Density = 3.2 \text{ gr/cm}^3$ dan memiliki laju korosi sebesar 0.61990 mpy



Gambar 3. Grafik Uji Polarisasi Linear *Aluminium Alloy* 2024 + Krom

Dapat diketahui bahwa grafik ini menunjukkan terjadinya reaksi anoda dan katoda pada *aluminium alloy* 2024 yang dilapisi dengan logam krom. Dimana sumbu y (potensial korosi) dan sumbu x (arus korosi). Kurva polarisasi anoda dan katoda tidak berpotongan sehingga pembacaan potensial dan arus korosinya kurang jelas. Adanya tafel anoda dan katoda digunakan untuk menentukan perpotongan antara kurva anoda dan katoda. Maka dengan adanya tafel dapat diperoleh parameter dari hasil uji polarisasi linear yang nantinya digunakan untuk menghitung laju korosi *aluminium alloy* 2024 dengan lapisan krom memiliki antara lain : $I_{corr} = 1.98 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$, $EW = 10.12$, $Density = 3.2 \text{ gr/cm}^3$ dan memiliki laju korosi sebesar 0.52009 mpy.

Tabel 3. Parameter Hasil Uji Korosi Untuk Menghitung Laju Korosi

Sampel	Arus korosi/ I_{corr}	Berat ekuivalen	Density	Laju korosi (mpy)
Al 2024 murni	$2.87 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$	10.12	3.2 gr/cm ³	0.75386
Al + nikel plating	$1.36 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$	10.12	3.2 gr/cm ³	0.61990
Al + krom plating	$1.98 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$	10.12	3.2 gr/cm ³	0.52009

Dari parameter yang ada pada tabel 2 laju korosi dapat dihitung untuk masing-masing sampel dengan menggunakan persamaan laju korosi (persamaan 3) yang nantinya akan dibandingkan dengan laju korosi dari hasil uji polarisasi linear dengan alat potensiostat. Maka akan didapatkan laju korosi sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Semua Sampel

Sampel	Laju korosi (mpy)
Aluminium alloy 2024	0.75386
Aluminium alloy 2024 + nikel plating	0.61990
Aluminium alloy 2024 + krom plating	0.52008

Setelah menghitung laju korosi masing-masing sampel dari parameter yang didapat dari hasil uji polarisasi linear dengan menggunakan persamaan laju korosi. Penulis akan membandingkan hasil penghitungan manual dari tiap-tiap sampel dengan data yang diperoleh dari hasil uji polarisasi linear. Maka didapatkan perbedaan laju korosi sebagai berikut :

Tabel 5. Perbandingan Hasil Perhitungan Nilai Laju Korosi

Sampel	Laju korosi dengan polarisasi linear (mpy)	Laju korosi dengan perhitungan manual (mpy)
Aluminium alloy 2024	0.75386	0.75386
Aluminium alloy 2024 + nikel plating	0.61990	0.61990
Aluminium alloy 2024 +krom plating	0.52009	0.52008

Maka dapat dibandingkan setiap nilai tersebut dan didapatkan hasil bahwa laju korosi pada *aluminium* dengan penambahan logam krom memiliki tingkat laju korosi yang lebih lambat daripada sampel yang hanya dilapisi nikel dan tanpa plating, sedangkan sampel yang dilapisi nikel laju korosinya lebih lambat dibandingkan dengan sampel tanpa pelapisan logam apapun. Dari pernyataan diatas maka pelapisan logam nikel dan krom sangat mempengaruhi laju korosi dari *aluminium alloy 2024*

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penambahan *electroplating* nikel dan krom pada *aluminium alloy 2024* dan percobaan laju korosi dengan metode polarisasi linear, maka akan didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pelapisan nikel dengan tebal 40 mm pada *aluminium alloy 2024* yang berukuran 50 x 50 mm dengan cara *electroplating* dibutuhkan waktu selama 16.2541 menit sedangkan untuk mendapatkan hasil pelapisan krom dengan tebal dan ukuran yg sama pada *aluminium alloy 2024* dibutuhkan waktu 5.905 menit
2. Parameter-parameter yang didapatkan penulis untuk menghitung laju korosi antara lain :
 - a. *Aluminium alloy 2024* tanpa penambahan plating nikel dan krom memiliki $I_{corr} = 2.87 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$, $EW = 10.12$, $Density = 3.2 \text{ gr/cm}^3$
 - b. *Aluminium alloy 2024* dengan penambahan plating nikel memiliki $I_{corr} = 1.36 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$, $EW = 10.12$, $Density = 3.2 \text{ gr/cm}^3$
 - c. *Aluminium alloy 2024* dengan penambahan plating krom memiliki $I_{corr} = 1.98 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$, $EW = 10.12$, $Density = 3.2 \text{ gr/cm}^3$
3. Laju korosi pada aluminium dengan penambahan logam krom memiliki tingkat laju korosi yang lebih lambat sebesar 0.52008 mpy. Sedangkan sampel yang dilapisi nikel laju korosinya lebih lambat

sebesar 0.61990 mpy dibandingkan dengan sampel tanpa pelapisan logam apapun dengan sebesar 0.75386 mpy. Dengan demikian maka pelapisan logam nikel dan krom sangat mempengaruhi laju korosi dari *aluminium alloy 2024*.

DAFTAR PUSTAKA

- Caswell Inc. 2002. *The Complete Plating Manual*. Varghese, C.D. 1993. *Electroplating And Other Surface Treatment*. New Delhi : Tata McGraw-Hill
- J.Hartomo, anton. 1995. *Mengenal Pelapisan Logam*. Yogyakarta : Andi Offset
- Mondolfo, L.F. 1979. *Aluminium Alloys : Structure and Properties*. London : butterworths
- Mordechay, Schlesinger. 2010. *Modern Electroplating Fifth Edition*. Canada
- R.Winston, Revie. 2008. *Corrosion And Control*. New Jersey Ind