



# **Analisis Perbandingan Laju Korosi Alumunium 2024-T3 Dan T6 Dengan Dan Tanpa Pelapisan Zinc Coating Menggunakan Media Rendam Larutan NaOH 0,5 M Dan HCl 0,5 M Untuk Ketahanan Konstruksi Pesawat Terbang**

## ***Analysis Of The Comparison Of Corrosion Rates Of Aluminum 2024-T3 And T6 With And Without Zinc Coating Using NaOH 0,5 M And HCl 0,5 M Immersion Media For Aircraft Structural Durability***

**Shafarizky Febrian Putra Mahendra<sup>1\*</sup>, R. Agus Subijanto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: shafarizky1202@gmail.com

**Abstract—** *This research aims to analyze the comparison of corrosion rates between aluminum 2024-T3 and 2024-T6 with and without zinc coating using NaOH 0,5 M and HCl 0,5 M immersion media. Aluminum 2024 is widely used in aircraft construction due to its excellent strength-to-weight ratio, yet it remains susceptible to corrosion in aggressive environments. The zinc coating is applied as a protective layer to enhance corrosion resistance through an anodic protection mechanism. The experimental method involved immersing specimens for 7, 14, and 21 days in 0.5 M NaOH and HCl solutions. Parameters measured include weight loss, corrosion rate, and coating efficiency. The results indicate that zinc coating significantly reduces the corrosion rate compared to uncoated specimens. Moreover, the corrosion rate in HCl solution is higher than in NaOH, demonstrating that acidic environments cause more severe corrosion on aluminium surfaces. Overall, the application of zinc coating proved effective in enhancing the corrosion resistance of aluminum 2024-T3 and T6, making it a potential protective method to extend the service life of aircraft structures.*

**Keywords—** *Aluminum 2024-T3, Aluminum 2024-T6, Zinc Coating, Corrosion, Aircraft Structure.*

**Abstrak—** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan laju korosi pada aluminium 2024-T3 dan 2024-T6 dengan dan tanpa pelapisan zinc coating menggunakan media perendaman larutan NaOH 0,5 M dan HCl 0,5 M. Pelapisan zinc coating digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan ketahanan korosi melalui mekanisme proteksi periodik. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan proses perendaman spesimen selama 7, 14, dan 21 hari dalam larutan NaOH dan HCl konsentrasi 0,5 M. Parameter yang diuji meliputi kehilangan massa (weight loss), laju korosi, dan efisiensi pelapisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan zinc coating mampu menurunkan laju korosi secara signifikan dibandingkan dengan spesimen tanpa pelapis. Secara keseluruhan, pelapisan zinc coating terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan material terhadap korosi, sehingga dapat menjadi alternatif perlindungan yang potensial untuk memperpanjang umur struktur pesawat terbang yang menggunakan paduan aluminium 2024-T3 maupun T6.

---

\*Shafarizky Febrian Putra Mahendra  
E-mail: shafarizky1202@gmail.com

Kata Kunci— **Aluminium 2024-T3, Aluminium 2024-T6, Zinc Coating, Korosi, Pesawat Terbang**

## I. PENDAHULUAN

Pesawat terbang yang dimiliki oleh TNI memainkan peran yang sangat penting dalam sistem pertahanan dan keamanan di Indonesia, terutama dalam memelihara kedaulatan wilayah udara negara. TNI Angkatan Udara (AU), Angkatan Darat (AD), dan Angkatan Laut (AL) memiliki beragam jenis pesawat, di mana masing-masing cabang TNI menyesuaikan jenis pesawat dengan tugas dan fungsinya yang berbeda-beda.

Korosi pada pesawat terbang adalah proses kerusakan material yang terjadi akibat reaksi kimia antara logam dan lingkungan sekitar, yang dapat mempengaruhi struktur dan kinerja pesawat. Pesawat terbang, yang umumnya terbuat dari bahan logam seperti aluminium, titanium, dan baja, sangat rentan terhadap korosi, terutama akibat paparan kelembapan, garam, dan bahan kimia yang terdapat di atmosfer. Korosi merupakan masalah serius yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kinerja pesawat terbang. Oleh karena itu, pencegahan, perawatan rutin, dan penggunaan material yang tahan terhadap korosi sangat penting untuk memastikan pesawat tetap aman dan efisien selama masa operasionalnya.

Beberapa tantangan utama dalam studi analisis propulsi dasar roket adalah mengatasi berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja roket, seperti gaya dorong, gaya gravitasi dan gaya hambat. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai propulsi roket peluncur wahana antariksa serta memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi roket di Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi desain yang lebih efisien dan efektif untuk roket peluncur yang pada gilirannya dapat mendukung misi luar angkasa di masa depan.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Korosi

Korosi adalah salah satu proses perusakan material khususnya logam karena adanya suatu reaksi antara logam tersebut dengan lingkungan. Proses perusakan material yang terjadi menyebabkan turunnya kualitas material logam tersebut (Pattireuw, Jones, Kevin, Abdul Rauf, Fentje dan Cresano, Romels, 2013).

### B. Alumunium

Alumunium adalah logam ringan mempunyai ketahanan dan memiliki kekuatan tinggi serta daya lentur (*ductility*) pada kondisi dingin dan memiliki daya tahan korosi tinggi terhadap lingkungan (Prasetyo & Budiarto, 2019)

### C. Alumunium 2024-T3

Salah satu aluminium paduan yang paling banyak dipergunakan adalah aluminium paduan seri 2024-T3 yang merupakan paduan logam Al-Cu dengan tembaga berkisar 3,8 4,9%, sedangkan T3 adalah proses perlakuan panas yang terdiri dari pelarutan padat (*solid solotion*), *quenching* dan proses penuaan (*aging*) untuk mencapai tingkat kekerasan yang lebih baik (Polmear, 1981).

#### D. Alumunium 2024-T6

Paduan aluminium ini merupakan campuran antara aluminium dan tembaga yang menawarkan daya tahan tinggi serta ketahanan luar biasa terhadap kelelahan. Proses T6, yang melibatkan pemanasan diikuti dengan pendinginan, dapat secara signifikan meningkatkan kekuatannya. Aluminium 2024-T6 sangat ideal untuk aplikasi struktural yang membutuhkan kombinasi antara kekuatan, ketahanan terhadap kelelahan, serta ringan.

#### E. Pelapisan

Pelapisan merupakan proses di mana lapisan pelindung atau penguat diterapkan pada permukaan material dengan tujuan meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan fisik, korosi, dan faktor eksternal lainnya. Proses ini umumnya diterapkan pada material logam, terutama yang digunakan dalam industri otomotif, penerbangan, dan konstruksi. Dengan pelapisan ini, umur pakai dan kinerja material dapat diperpanjang secara signifikan..

#### F. Zinc Coating

Pelapisan seng, atau zinc coating, adalah proses di mana logam dilapisi dengan seng untuk melindungi material dasar seperti baja atau besi dari kerusakan yang disebabkan oleh korosi. Salah satu metode yang umum digunakan untuk zinc coating adalah galvanisasi, di mana baja diberikan lapisan seng guna mencegah oksidasi dan memperpanjang umur pakai material tersebut. Seng berfungsi sebagai pengorbanan anoda, artinya seng akan lebih dulu terkorosi sebelum logam dasarnya, sehingga karat pada baja dapat dihindari.



Gambar 1. Zinc Coating

#### G. Senyawa NaOH

Senyawa NaOH (Natrium Hidroksida) adalah senyawa yang mengandung basa kuat. NaOH, juga dikenal sebagai alkali kaustik, adalah senyawa yang memiliki pH tinggi dan bersifat sangat korosif. Larutan ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan laboratorium.

*Analisis Perbandingan Laju Korosi Alumunium 2024-T3 Dan T6 Dengan Dan Tanpa Pelapisan Zinc Coating Menggunakan Media Rendam Larutan Naoh 0,5 M Dan Hcl 0,5 M Untuk Ketahanan Konstruksi Pesawat Terbang (Shafarizky Febrian Putra Mahendra)*



Gambar 2. Senyawa NaOH

#### H. Larutan HCL

Larutan HCl (Asam Klorida) adalah larutan yang mengandung gas klorida (HCl) terlarut dalam air. Asam klorida adalah asam kuat yang memiliki pH rendah dan bersifat sangat korosif. Larutan HCl digunakan dalam berbagai aplikasi industri, kimia, dan laboratorium.

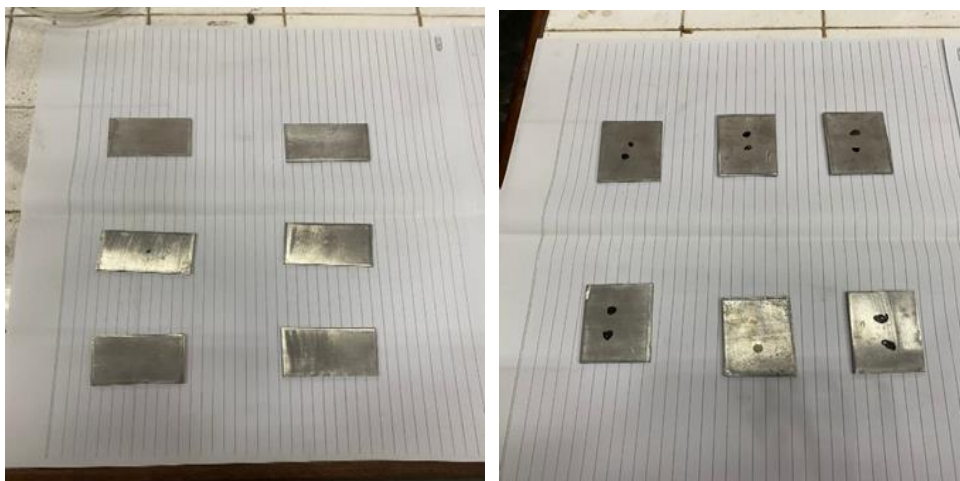


Gambar 3. Larutan HCL

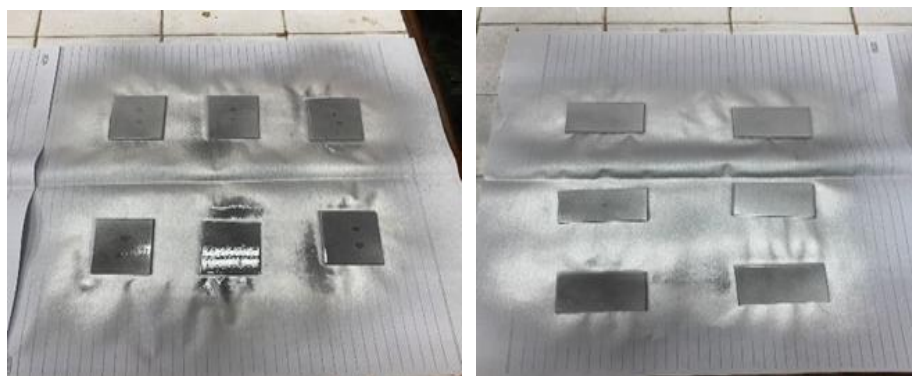
### III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

Bab ini berisikan diagram alir (*flowchart*) yang meliputi proses penelitian, uraian data secara rinci mengenai penelitian, variabel penelitian, alat atau instrumen untuk mengumpulkan data, prosedur pengambilan pengumpulan data dan cara analisis data dengan menggunakan perendaman larutan NaOH dan HCL. Hasil penelitian berupa analisis perbandingan antara aluminium 2024-T3 dan T6 dengan dan tanpa adanya *zinc coating* terhadap perendaman larutan NaOH 0,5 M dan HCL 0,5 M. Penjelasan singkat mengenai tahapan penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

1. Pada tahap awal adalah mencari materi yang berhubungan dengan tugas akhir dengan judul dan materi yang telah ditentukan yaitu mencari informasi mengenai pemilihan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini.
2. Selanjutnya adalah pembuatan spesimen alumunium yang dibagi masing masing jenis alumunium 12 buah sehingga total spesimen menjadi 24 buah. Dari hasil spesimen tersebut dibagi menjadi 2 bagian yang dilapisi dan tidak dilapisi dengan *zinc coating*.



Gambar 4. Spesimen alumunium 2024-T3 dan T6



Gambar 5. Spesimen alumunium T6 dan T3 dalam tahap pelapisan

3. Spesimen alumunium yang telah dibuat kemudian direndam pada larutan NaOH 0,5 M dan HCL 0,5 M yang lama perendamannya masing masing selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Dari hasil perendaman tersebut diperoleh *weight loss*, laju korosi dan efektivitas pelapisan.

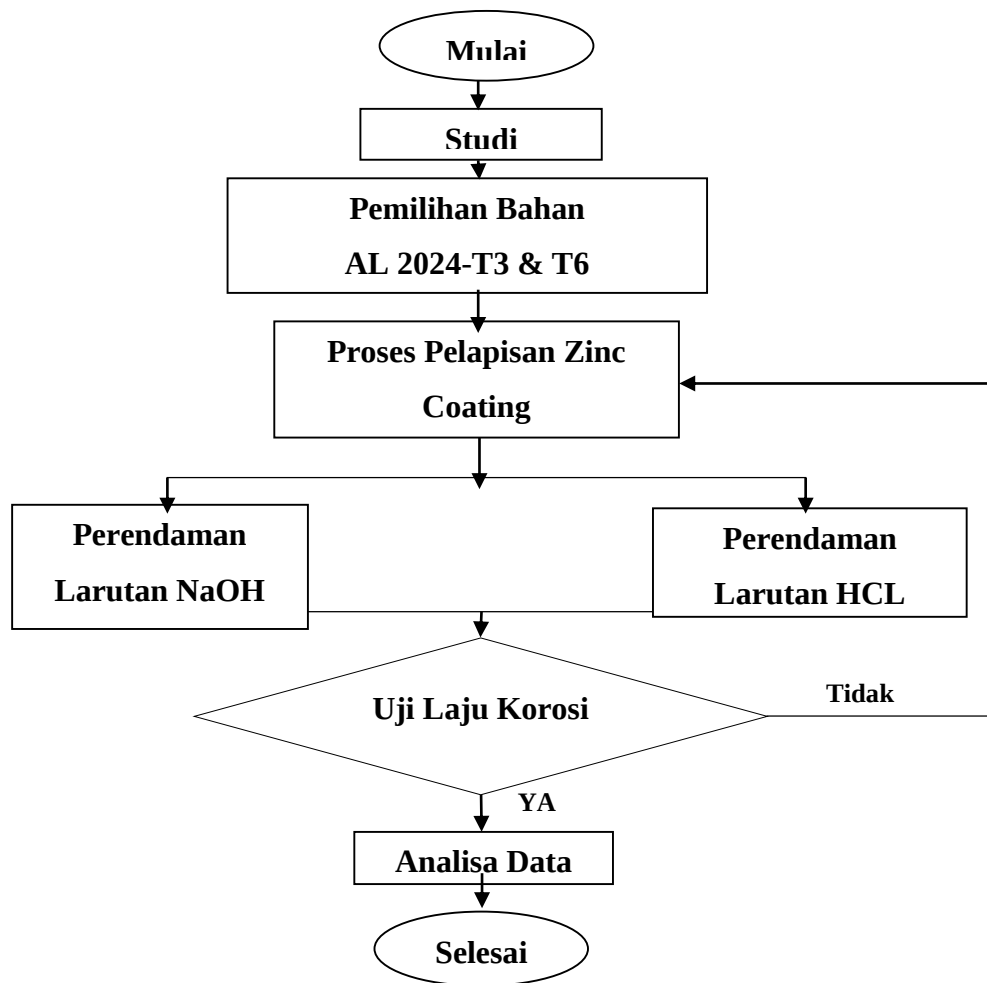
*TABEL I*  
*TABEL RATA – RATA WEIGHT LOSS*

| Larutan | Hari | Rata-Rata Weight Loss | Maksimum Weight Loss |
|---------|------|-----------------------|----------------------|
| HCl     | 7    | 0.4510                | 2.2194               |
| HCl     | 14   | 0.5490                | 0.6930               |
| HCl     | 21   | 0.7222                | 0.9101               |
| NaOH    | 7    | 0.0224                | 0.1505               |
| NaOH    | 14   | 0.0818                | 0.6278               |
| NaOH    | 21   | 0.0390                | 0.3498               |

4. Hasil penelitian dan perendaman diperoleh hasil sebagai berikut :

- a. Dari hasil uji korosi, seluruh spesimen aluminium alloy 2024-T3 dan T6 yang direndam dalam media korosif NaOH dan HCl baik dengan maupun tanpa pelapisan zinc coating menunjukkan adanya perubahan massa dan permukaan.
- b. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Aluminium 2024 T6 lebih rentan terhadap korosi dibandingkan T3, terutama pada larutan NaOH. Pada beberapa sampel T6, nilai laju korosi mencapai angka ekstrem hingga 1610% pada perendaman 21 hari. Sebaliknya, pada larutan HCl, baik T3 maupun T6 memperlihatkan variasi fluktuatif antar sampel, dengan beberapa nilai rendah dan beberapa yang sangat tinggi, misalnya T3 sampel 5 pada hari ke-21 yang mencapai 488,1%.
- c. Dari segi efisiensi pelapisan, pada T3 rata-rata efisiensi pelapisan dalam NaOH berkisar antara 28–39%, sedangkan pada T6 dalam NaOH jauh lebih tinggi bahkan hingga 605% pada perendaman 21 hari. Meskipun demikian, nilai yang sangat tinggi ini lebih disebabkan oleh selisih massa awal dan akhir yang besar sehingga menghasilkan nilai efisiensi ekstrem.

Diagram alir penyusun penelitian ini digambarkan pada gambar dibawah ini



#### IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian

Berikut ini merupakan proses dari penelitian dan pengujian perendaman spesimen aluminium 2024-T3 dan T6 dengan menggunakan larutan NaOH dan HCL. Setelah diuji sesuai lamanya perendaman yang ditentukan maka diperoleh data-data pengujian. Analisis ini berfokus pada laju korosi pada aluminium 2024-T3 dan T6 yang dilapisi dengan zinc coating dan yang tidak dilapisi, saat direndam dalam larutan NaOH 0,5 M dan HCL 0,5 M.

##### B. Pembahasan

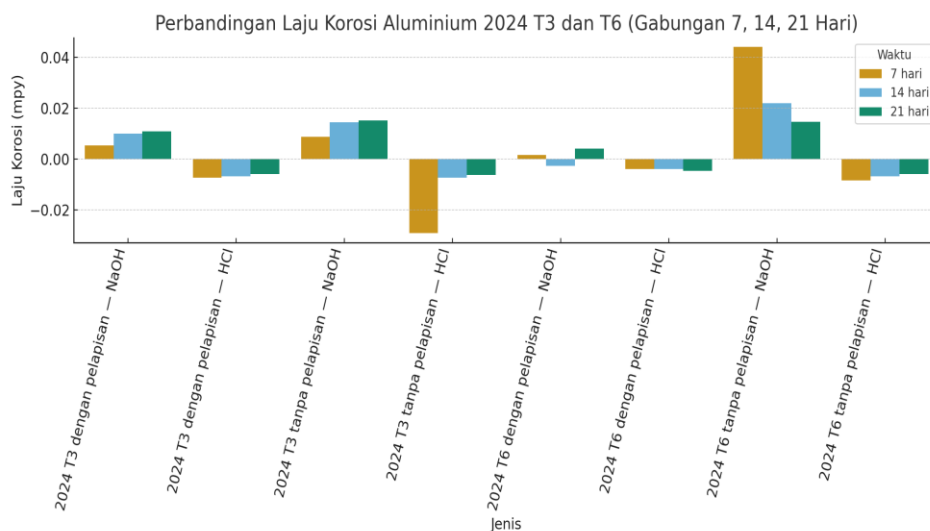
Data-data yang diperlukan untuk melakukan simulasi peluncuran roket pada *software openrocket* adalah sebagai berikut :

TABEL II  
TABEL ALUMUNIUM T3 TANPA PELAPIS ZINC COATING

**TABEL III**  
**TABEL DATA PENGUKURAN SELISIH BERAT ALUMINIUM T3 TANPA PELAPISAN**

| Spesimen | Berat (g) | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Tinggi (cm) | Luas permukaan (cm <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------|--------------|------------|-------------|-----------------------------------|
| T3-1     | 21.8097   | 5.85         | 4.1        | 0.4         | 55.93                             |
| T3-2     | 21.016    | 5.7          | 4.0        | 0.4         | 53.36                             |
| T3-3     | 21.1783   | 5.55         | 4.3        | 0.4         | 55.61                             |
| T3-4     | 21.5647   | 5.65         | 3.9        | 0.4         | 51.71                             |
| T3-5     | 19.7798   | 5.8          | 4.0        | 0.4         | 54.24                             |
| T3-6     | 22.8041   | 5.5          | 4.2        | 0.4         | 53.96                             |

| No Spesimen | Larutan | Hari | Berat Awal (g) | Berat Akhir (g) | Selisih (g) |
|-------------|---------|------|----------------|-----------------|-------------|
| 1           | NaOH    | 7    | 21.8097        | 22.2369         | 0.4272      |
| 1           | NaOH    | 14   | 21.8097        | 23.2520         | 1.4423      |
| 1           | NaOH    | 21   | 21.8097        | 24.0042         | 2.1945      |
| 2           | NaOH    | 7    | 21.0160        | 21.3933         | 0.3773      |
| 2           | NaOH    | 14   | 21.0160        | 22.2882         | 1.2722      |
| 2           | NaOH    | 21   | 21.0160        | 23.0724         | 2.0564      |
| 3           | NaOH    | 7    | 21.1783        | 21.6427         | 0.4644      |
| 3           | NaOH    | 14   | 21.1783        | 22.6736         | 1.4953      |
| 3           | NaOH    | 21   | 21.1783        | 23.4882         | 2.3099      |
| 4           | HCl     | 7    | 21.5647        | 19.3453         | -2.2194     |
| 4           | HCl     | 14   | 21.5647        | 20.9035         | -0.6612     |
| 4           | HCl     | 21   | 21.5647        | 20.7036         | -0.8611     |
| 5           | HCl     | 7    | 19.7798        | 21.1307         | 1.3509      |
| 5           | HCl     | 14   | 19.7798        | 19.1233         | -0.6565     |
| 5           | HCl     | 21   | 19.7798        | 18.9340         | -0.8458     |
| 6           | HCl     | 7    | 22.8041        | 22.3515         | -0.4526     |
| 6           | HCl     | 14   | 22.8041        | 22.1111         | -0.6930     |
| 6           | HCl     | 21   | 22.8041        | 21.8940         | -0.9101     |



Grafik 1. Perbandingan laju korosi gabungan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kita dapat melakukan analisis tentang pengaruh pelapisan *zinc coating* terhadap laju korosi aluminium 2024-T3 dan T6. Berdasarkan data tersebut, hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium 2024 T3 dan T6 sama-sama mengalami korosi ketika direndam dalam larutan NaOH dan HCl, baik dengan maupun tanpa pelapisan *zinc coating*. Secara umum, spesimen tanpa pelapisan memiliki laju korosi lebih tinggi dibandingkan spesimen dengan pelapisan, sehingga membuktikan bahwa *zinc coating* berfungsi efektif sebagai pelindung. Dari perbandingan sifat temper, Aluminium 2024 T6 lebih rentan terhadap korosi, khususnya pada larutan NaOH, sedangkan T3 lebih stabil. Pada larutan HCl, hasil yang diperoleh cenderung fluktuatif dan tidak konsisten, menunjukkan bahwa media asam memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kedua jenis spesimen. Efisiensi pelapisan secara umum menunjukkan bahwa lapisan *zinc* mampu menekan laju korosi, meskipun beberapa sampel memperlihatkan nilai ekstrim akibat perbedaan massa yang besar. Selain itu, waktu perendaman turut memengaruhi hasil: semakin lama perendaman (7, 14, hingga 21 hari), laju korosi cenderung menurun atau stabil karena terbentuknya lapisan pasifasi pada permukaan aluminium.

## V. KESIMPULAN

Proses penelitian dan pengujian specimen aluminium ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi pada aluminium 2024-T3 dan T6 yang dilapisi dengan *zinc coating* dan yang tidak dilapisi, saat direndam dalam larutan NaOH 0,5 M dan HCL 0,5 M. Berdasarkan hasil pengujian, pelapisan *zinc* terbukti efektif menurunkan laju korosi pada aluminium 2024-T3 dan 2024-T6 dalam media NaOH maupun HCl. Lapisan *zinc* berfungsi sebagai anoda pengorbanan sekaligus penghalang fisik yang mengurangi kontak langsung logam dengan media korosif. Tanpa pelapisan, laju korosi meningkat signifikan, terutama pada aluminium 2024-T6 di lingkungan basa. Waktu perendaman juga memengaruhi laju korosi, di mana perendaman lebih lama cenderung menstabilkan korosi akibat terbentuknya lapisan pasif. Secara keseluruhan, *zinc coating* memberikan perlindungan korosi yang lebih baik dibandingkan tanpa pelapisan, terutama pada media asam.

---

## REFERENSI

- [1] anggaretno, G. (2012). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65. *Jurnal Teknik ITS*, 1(Corrosion), 3–7.
  - [2] Ginanjar S. (2016). Studi Ketahanan Korosi Dan Kerentanan Terhadap Pitting Corrosion Paduan Aluminium Hasil Pengerolan Dingin. *Laboratorium Metallurgy Jurusan Teknik Mesin*, 12–15.
  - [3] Hartono, R., & Subigyar, D. (2020). Laju korosi pada baja karbon medium plat A36 direndam dalam media air laut dan air tawar. *Dinamika Jurnal Teknik Mesin Unkhair*, 5(1), 16–19.
  - [4] Prayogo, A., Mulyaningsih, N., & Pramono, C. (2018). Pengaruh Variasi Media Korosi Terhadap Laju Korosi Baja Pegas Daun Pasca Quenching. 1(2)
  - [5] Fontana, Mars G. (1987). This book studies corrosion in engineering, it approaches the subject in terms of corrosives or environments rather than in terms of materials.
  - [6] Davis, J. R. (Ed.). (1999). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International.
  - [7] Polmear, I. (2006). *Light Alloys: From Traditional Alloys to Nanocrystals* (4th ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
  - [8] Sanni, O., Okeniyi, J. O., & Popoola, A. P. I. (2022). Agro-industrial wastes as corrosion inhibitor for 2024-T3 aluminium alloy in 1 M HCl. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6, 100281.
  - [9] Xhanari, K., Finsgar, M., & et al. (2016). Organic corrosion inhibitors for aluminum and its alloys in chloride and alkaline solutions—A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(3), 1–18
-