

PENGARUH LUAS PERMUKAAN *ALUMINIUM FOAM* SEBAGAI ANODA KORBAN PADA KOROSI KATODA

Dody Prayitno ^{1)*}, M. Aufar Luthfan ²⁾, Joko Riyono ³⁾, Ch. Eni Pujiastuti ⁴⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Trisakti

Corresponding Author: dodyprayitno@trisakti.ac.id

Diterima: 1 Oktober 2024

Revisi: 7 Oktober 2024

Disetujui: 10 Oktober 2024

Terbit: Oktober 2024

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh luas permukaan *aluminium foam* sebagai anoda korban terhadap korosi katoda (baja ST37). Metode penelitian. Baja ST37 digunakan sebagai katoda. *Aluminium foam* dengan dihubungkan dengan katoda dengan menggunakan mur baut. Keduanya lalu diletakkan pada bagian bawah pelampung. Pelampung lalu diletakkan pada mesin pembuat ombak. Media elektrolitnya adalah air laur dari Pantai Ancol, Jakarta utara, Indonesia. Metode kehilangan berat digunakan untuk mengukur laju korosi. Hasil penelitian. *Aluminium foam* dapat melindungi katoda (baja ST37) dari korosi. Peningkatan luas permukaan *aluminium foam* sebagai anoda korban dapat menurunkan laju korosi katoda (baja ST37).

Kata kunci : *Aluminium Foam, Luas Permukaan Anoda, Laju Korosi Katoda*

I. PENDAHULUAN

Pelampung baja merupakan komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut. Pelindung korosi pelampung baja biasanya adalah pelindungan katodik berupa anoda korban. Luas permukaan anoda mempengaruhi laju korosi katoda. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *aluminium foam* dapat digunakan sebagai anoda korban. Namun demikian perlu kajian lebih lanjut bila *aluminium foam* diaplikasikan pada pelampung baja terutama pada zona terendamnya.

Sebagaimana tiang pancang dilepas pantai, maka zona korosi dari pelampung juga terdiri dari zona atmosfer, zona percikan (*splash zone*), zona pasang surut (*tidal zone*) dan zona terendam (*submerged zone*).

1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh luas permukaan *aluminium foam* sebagai anoda korban terhadap korosi katoda (baja ST37). Area pengamatan adalah zona terendam.

II STUDI PUSTAKA

Penelitian terkait pelampung pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) selalu menarik perhatian. (Dody, Annas, 2024; Muhammad, 2024). Pelampung baja merupakan komponen utama pembangkit tersebut (Gambar 1). Pelampung menerima gelombang laut secara langsung dan kemudian dikonversi menjadi energi listrik. (Suparato, 2022)

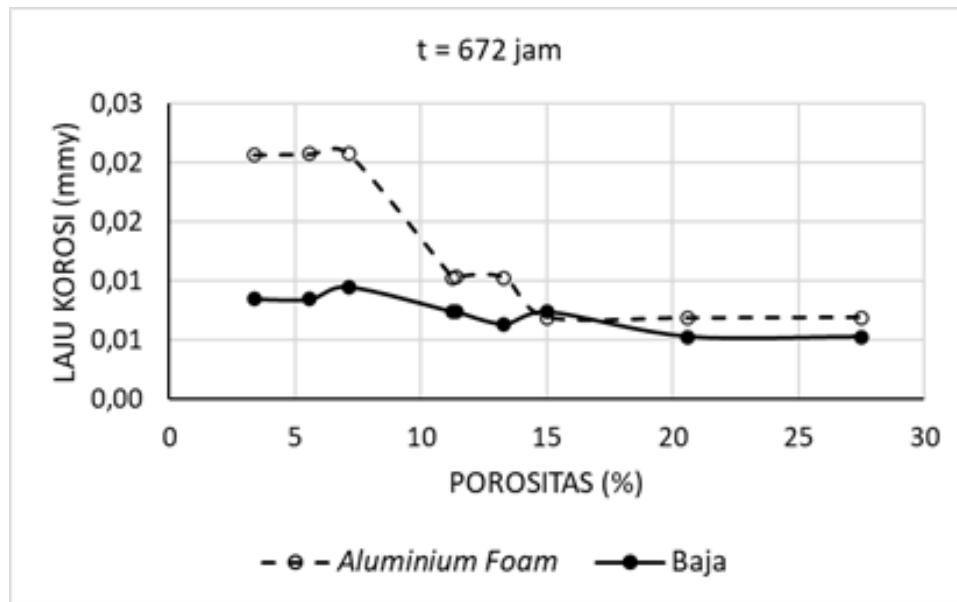


Gambar 1. Pelampung Baja Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut
(Builder, 2022)

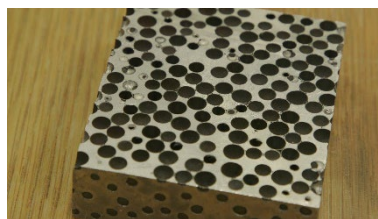
Pada sebuah struktur baja yang berada di laut dibagi menjadi empat zona empat zona yaitu zona atmosfer, zona percikan (*splash zone*), zona pasang surut (*tidal zone*) dan zona terendam (*submerged zone*) (Nur, 2015). Zona yang berada diatas air laut adalah zona atmosfer. Suatu zona yang merupakan daerah berselang-seling antara di atas dan di bawah garis air akibat aksi gelombang disebut zona percikan. Zona pasang surut adalah zona yang berada diantara rata-rata air surut dan rata-rata air pasang. Zona terendam merupakan daerah yang berada di bawah zona pasang surut termasuk air laut, dasar laut .

Korosi baja menjadi masalah utama bagi pelampung, oleh karena itu pelampung harus dilindungi dari korosi. Metode perlindungan korosi yang sering digunakan adalah proteksi katoda (seperti anoda korban). *Aluminium foam* mendapat perhatian untuk dijadikan anoda korban. (Gambar 2.) (Dody, 2023)

Aluminium foam merupakan aluminium dengan pori yang sangat banyak. *Aluminium foam* dibuat dengan cara pemberian gas didalam aluminium cair. *Aluminium foam* dapat juga dibentuk dengan cara pemresinan seperti bor (Tiurlinea, 2010). (Gambar 3)



Gambar 2. Pengaruh porositas *aluminium foam* terhadap laju korosi katoda (baja)
(Dody, 2023)

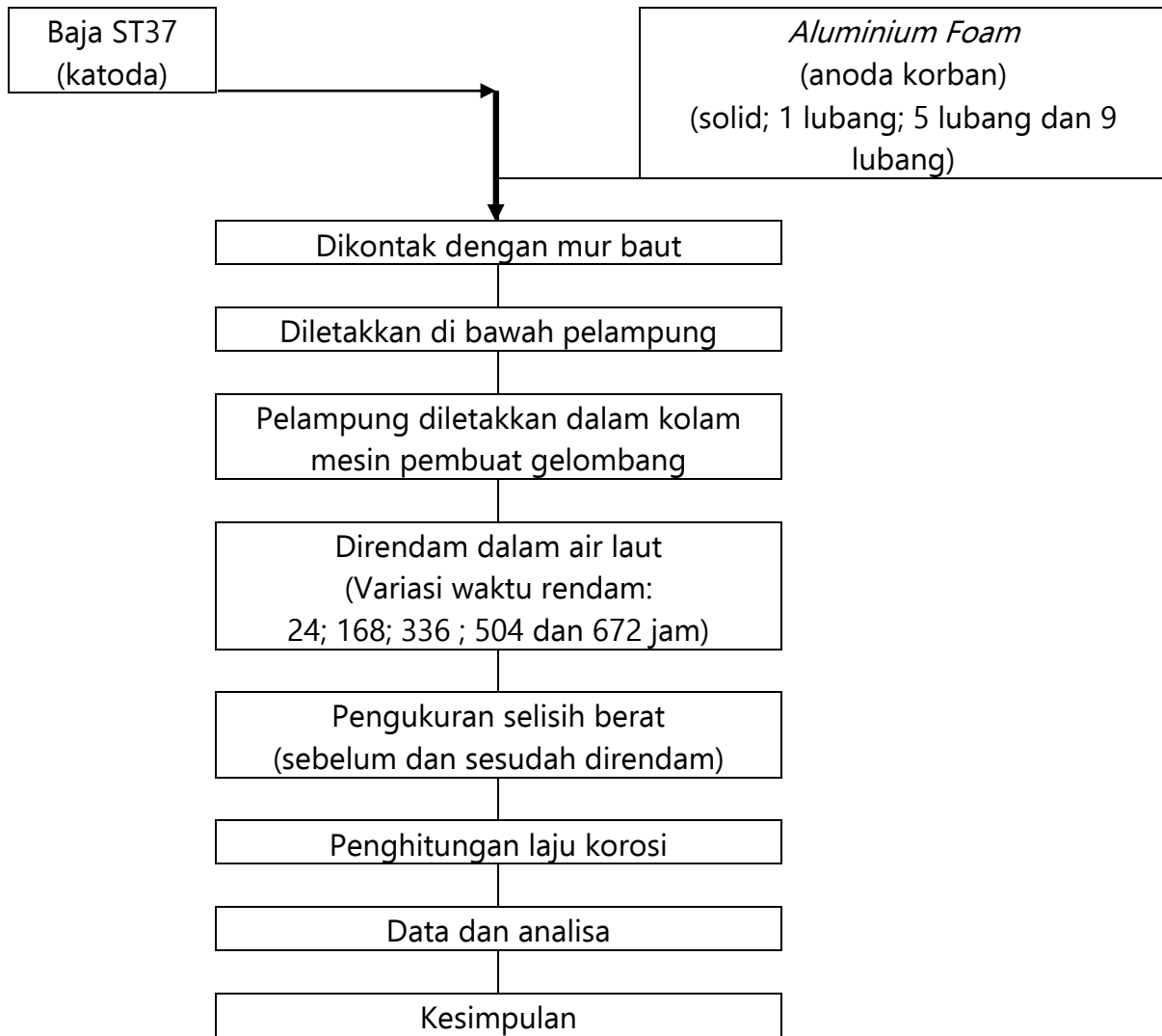


Gambar 3 Metal Foam (tiurlina, 2010)

III. METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4. Dimensi sampel baja ST37 dan aluminium solid masing masing adalah 4 cm x 4 cm x 0,5 cm. Ukuran *sampel aluminium foam* adalah 2 cm x 2 cm x 0,2 cm. Sampel beserta luas permukaannya diperlihatkan pada Gambar 5. Anoda dan katoda diletakkan dibawah pelampung. Pelampung tersebut berada dalam kolam mesin pembuat ombak (Gambar 6). Daerah bawah pelampung merupakan zona terendam. Perputaran motor akan mendorong tuas sehingga membuat gerakan ombak. Media elektrolit adalah air laut Pantai Ancol, Jakarta Utara, Indonesia.

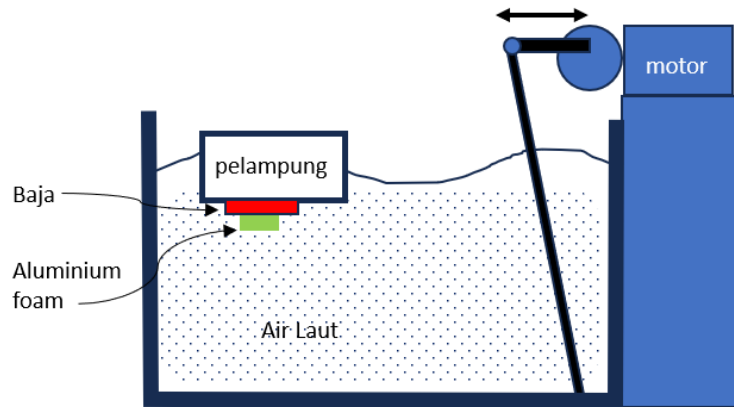
Metode pengukuran laju korosi menggunakan metode kehilangan berat.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5 Sampel (Luas Permukaan). Solid Aluminium (40 Cm^2); Baja ST37 (40 Cm^2);
Aluminium foam 1 Lubang ($9,22 \text{ Cm}^2$) *Aluminium foam* 5 Lubang ($7,72 \text{ Cm}^2$);
Aluminium foam 9 lubang ($5,83 \text{ cm}^2$);

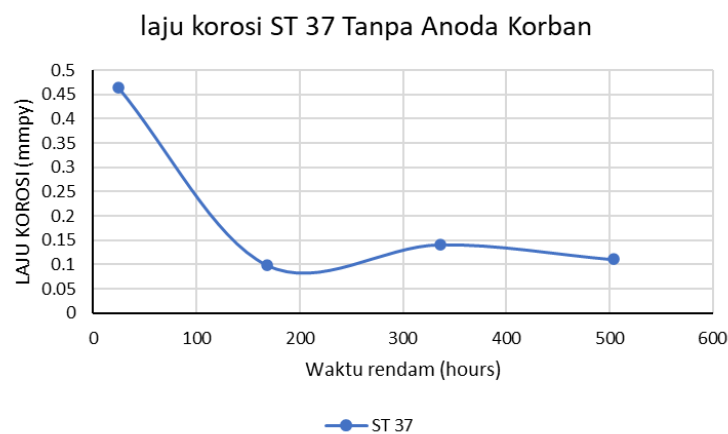


Gambar 6. *Experimental Set Up*

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

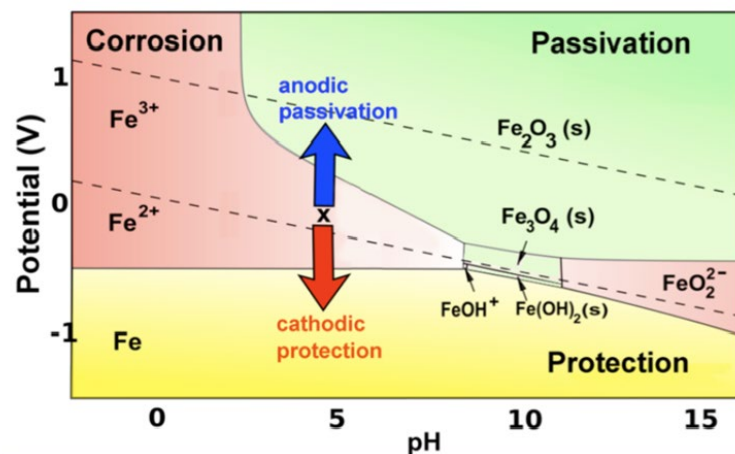
4.1. Laju Korosi Baja ST37 Di Zona Terendam Tanpa Pelindungan Anoda Korban

Laju Korosi Baja ST37 di zona terendam tanpa pelindungan anoda korban diperlihatkan pada Gambar 7. Laju korosi baja ST37 pada waktu rendam 24 jam adalah tertinggi yaitu 0,5 mmpy (*milimeter per year*). Bertambahnya waktu rendam menjadi 168 jam menyebabkan laju korosi baja ST37 menurun drastis dari 0,5 mmpy menjadi 0,1 mmpy. Pada penambahan waktu rendam menjadi 336 jam dan 504 jam, laju korosi baja ST37 tidak berubah rata – rata 0,08 mmpy.



Gambar 7 Laju korosi baja ST37 tanpa anoda korban

Pada awal perendaman (24 jam) permukaan baja ST37 masuk dalam zona korosif pada diagram Pourbaix ferro (Gambar 8). Pada zona korosif, permukaan logam akan mengalami korosif yang cukup intens. Penambahan waktu rendam melebihi 168 jam, menyebab permukaan baja ST37 masuk kedalam zona passivation. Dalam zona passivation ini, pada permukaan baja ST37 akan terbentuk lapisan tipis yang memutuskan kontak antara permukaan baja dengan permukaan air laut. Pemisahan ini menyebabkan permukaan baja mengalami penurunan korosi.

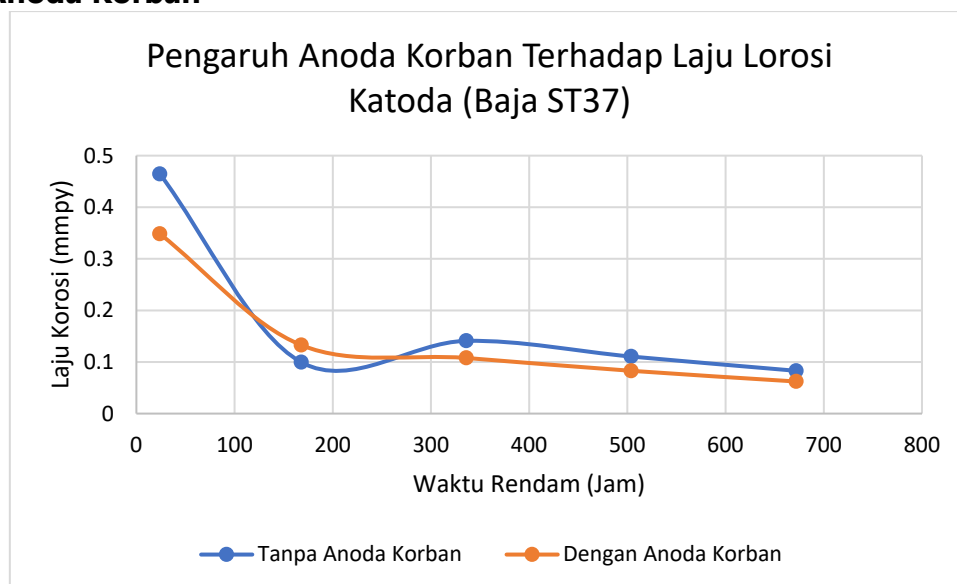


Gambar 8 Diagram Pourbaix untuk ferro (chem.libretexts.org)

Berdasarkan diagram Pourbaix, logam ferro akan mengalami korosi dengan cepat terjadi bila berada pada wilayah *corrosion*. Pada wilayah corrosion, ferro beroksidasi menjadi produk ionik yang dapat larut seperti $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$.

Pada diagram pourbaix itu juga dapat diketahui bahwa padatan seperti Fe_2O_3 membentuk lapisan pelindung pada logam yang sangat menghambat reaksi korosi. Fenomena ini disebut *passivation*

4.2 Laju Korosi Katoda (Baja ST37) Di Zona Terendam Dengan Pelindungan Anoda Korban



Gambar 9. Pengaruh *Aluminium Foam* Sebagai Anoda Korban Terhadap Laju Korosi Katoda (Baja ST37)

Laju korosi katoda (baja ST37) di zona terendam dengan dan tanpa pelindungan anoda korban diperlihatkan Gambar 9. Perhatikan laju korosi baja ST37 tanpa

pelindungan anoda korban dalam Gambar 9. Laju korosi baja dengan waktu perendaman 24 jam dan 336 jam masing – masing adalah 0,46 mmpy dan 0,14 mmpy. Pada waktu rendam 672 jam, laju korosinya masih sekitar 0,08 mmpy.

Sekarang perhatikan laju korosi baja ST37 dengan pelindungan anoda korban. Laju korosi dengan waktu rendam 24 jam dan 336 jam masing – masing adalah 0,35 mmpy dan 0,11 mmpy. pada waktu rendam 672 jam, laju korosi 0,06 mmpy.

Adanya *aluminium foam* sebagai anoda korban menurunkan laju korosi baja ST37. Pada waktu rendam 24 jam, terjadi penurunan sebesar 25 %. Pada waktu rendam 336 jam dan 672 jam, terjadi penurunan laju korosi katoda masing -masing sebesar 25%. Aluminium foam sebagai anoda korban mampu menurunkan laju korosi katoda (ST37) didalam air laut sebesar 25 % untuk waktu perendaman sampai dengan 672 jam.

Mekanisme pelindungan korosi katoda (baja ST37) dengan metoda anoda korban dapat dijelaskan sebagai berikut; Perhatikan Tabel 1. Pada anoda korban (aluminium foam) terjadi reaksi oksidasi atau anodik, dimana aluminium berubah menjadi ion aluminium dan elektron. Elektron yang dilepas oleh anoda mengalir ke katoda (baja ST37) untuk kemudian bereaksi dengan ion ferro. Ion ferro lalu berubah menjadi Fe logam. Katoda tidak mengalami pelepasan ion ferro sehingga katod (Baja ST 37) tidak mengalami korosi.

Tabel 1. Reaksi Elektrokimia

	Jenis Reaksi	Reaksi kimia	
Katoda	Reduksi/(katodik)	$3\text{Fe}^{2+} + 6e \rightarrow \text{Fe}$	
Anoda	Oksidasi/(anodik)	$2\text{Al} \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 6e$	
		$3\text{Fe}^{2+} + 2\text{Al} \rightarrow \text{Fe} + 2\text{Al}^{3+}$	

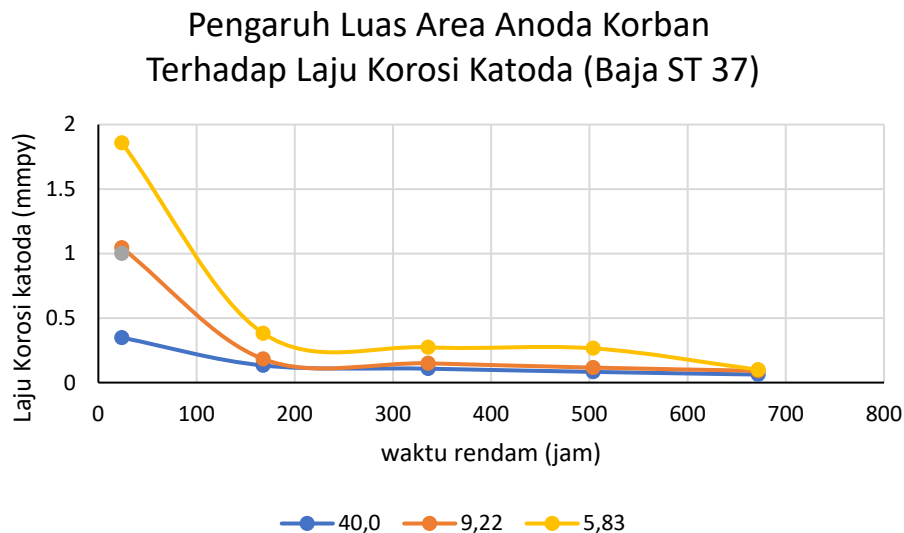
Dari diagram Pourbaix terlihat bahwa dengan adanya anoda korban (*aluminium foam*) berdampak pada penurunan potensial dari ferro (baja ST37) sehingga ferro terlindungi (protection). Nilai potensial ferro dibawah -800 mV akan menyebabkan baja tidak terkorosi. (Guntur, Meilinda, 2021),

4.3 Pengaruh Luas aluminium foam sebagai Anoda Korban Terhadap Laju Korosi Katoda (baja ST37).

Data laju korosi katoda (baja ST37) diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Laju Korosi Katoda

Luas area (cm2)		Laju korosi katoda (mmpy)				
Katoda	Anoda	24 (jam)	168 (jam)	336 (jam)	504 (jam)	672 (jam)
40,0	40,0	0.34	0.13	0.11	0.08	0.06
40,0	9,22	1.04	0.18	0.15	0.12	0.09
40,0	5,83	1.86	0.38	0.27	0.27	0.10



Gambar 11 Pengaruh Luas Area Anoda Korban
Terhadap Laju Korosi Katoda (Baja ST37)

Gambar 11 memperlihatkan pengaruh luas area aluminium foam sebagai anoda korban terhadap laju korosi katoda (baja ST37). Pada penelitian ini, luas area katoda (baja ST37) adalah 40 cm^2 . Luas aluminium foam bervariasi yaitu 40 cm^2 ; $9,22\text{ cm}^2$ dan $5,83\text{ cm}^2$. Secara umum terlihat bahwa penambahan luas area anoda korban menyebabkan laju korosi katoda menurun.

Pada waktu rendam 24 jam, laju korosi katoda dengan luas area anoda korban $5,83\text{ cm}^2$ adalah 1,86 mmpy dan dengan luas area anoda korban sebesar 40 cm^2 , laju korosi katoda adalah 0,34 mmpy. Data ini memperlihatkan peningkatan luas area anoda menyebabkan penurunan laju korosi katoda sebesar 81 %

Pada waktu rendam 504 jam, laju korosi katoda dengan luas area anoda korban $5,83\text{ cm}^2$ adalah 0,27 mmpy namun pada luas area anoda korban sebesar 40 cm^2 , laju korosi katodanya adalah 0,08 mmpy. Data ini memperlihatkan peningkatan luas area anoda korban menyebabkan penurunan laju korosi katoda sebesar 69 %. Penurunan laju korosi katoda rata-rata adalah 60 %.

Pelindungan anoda korban terhadap katoda perlu diuraikan kembali sebagai berikut:

1. Anoda korban bagi baja ST37 adalah *aluminium foam*. Berdasarkan urutan pada *Galvanis series*, *Aluminium foam* merupakan material yang lebih reaktif dibandingkan material Baja ST37. *Aluminium foam* akan mengalami reaksi oksidasi menjadi ion aluminium dan melepaskan elektron.
2. Peningkatan luas permukaan aluminium foam sebagai anoda korban akan memberikan peluang bertambahnya area untuk reaksi oksidasi. Hal ini berdampak pada lebih banyak lagi elektron yang dilepas oleh *aluminium foam*.
3. Elektron dari anoda korban akan diterima oleh katoda untuk melakukan reaksi reduksi. Semakin banyak elektron yang dilepas oleh anoda akan menyebabkan

reaksi reduksi pada katoda akan menjadi lebih efektif sehingga berdampak pada penurunan laju korosi katoda.

Semakin besar luas permukaan aluminium foam sebagai anoda korban, akan menyebabkan bertambah banyak elektron yang dapat disuplai ke katoda sehingga memperlambat proses korosi pada katoda

V KESIMPULAN

Penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh luas permukaan *aluminium foam* sebagai anoda korban terhadap korosi katoda (baja ST37) yang terletak di zona terendam, berkesimpulan sebagai berikut :

- a. *Aluminium foam* dapat digunakan sebagai anoda korban untuk melindungi baja ST37.
- b. Peningkatan luas permukaan *aluminium foam* sebagai anoda korban akan berdampak pada penurunan laju korosi katoda (Baja ST37)

DAFTAR PUSTAKA

- Dody Prayitno, Annas Yuniar Konsinyawan, 2024, "Simulasi: Laju Korosi Baja Pelampung Di Media Air Laut Berombak" Jurnal Teknik Mesin Dan Mekatronika, Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics, ISSN: 2527-6212, Vol. 9 No. 1, pp. 1 - 10
- Muhammad Aufar Luthfan, 2024, "Simulasi Laju Korosi Pada Material St37 Dan *Stainless Steel* Sebagai Pelampung Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut', Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti.
- Annas Yuniar Konsinyawan, Dody Prayitno, 2023, " Karakterisasi Laju Korosi Baja Ss400, Spah 3125, Dan S45c Dalam Simulasi Gelombang Laut",. Metrik Serial Humaniora Dan Sains, (E): ISSN 2774-2377.Volume: 4, Nomor: 2,Tahun 2023, <https://publikasi.kocenin.com/index.php/huma/article/view/483/406>
- B. Y. Suprpto, "Desain Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Berbasis Keseimbangan Gyroscope," J. Surya Energy, vol. 5, no. 2, pp. 50–54, 2022, doi: 10.32502/jse.v5i2.3328).
- Builder Indonesia, 2022, Keunggulan dan Kelemahan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang, Photo of Builder Indonesia' February 1, 2022, <https://www.builder.id/pembangkit-listrik-tenaga-gelombang-laut/> diunduh 11 desember 2023.
- Nur Amira Binti Mohd Ruba'ai, 2015, "A Study On The Performance Of Splash Zone Coating System, Mechanical Engineering Universiti Teknologi Petronas August 2015.
- Dody Prayitno, Joko Riyono, 2023, Pengembangan Metal Foam Aluminium Sebagai Anoda Korban Terhadap Laju Korosi Baja, Laporan Kemajuan Penelitian

- Universitas Trisakti,
[Http://www.karyailmiah.trisakti.ac.id/uploads/kilmiah/dosen/R1_Hak_Cipta_Untuk_Pengembangan_Metal_Foam.Pdf](http://www.karyailmiah.trisakti.ac.id/uploads/kilmiah/dosen/R1_Hak_Cipta_Untuk_Pengembangan_Metal_Foam.Pdf)
- Tiurlina Siregar, "Laju Korosi Dan Mekanisme Inhibisi Aluminium Murni Menggunakan Kalium Dan Kalsium Stearat", Jurnal Kimia 4 (2), Juli 2010 : 113-124 Issn 1907-9850
- Ifthar Muhammad Ghazy, 2019, "Analisis Pengaruh Luas Permukaan Dan Jenis Katoda Terhadap Efisiensi Anoda Pada Pengujian Imersi Dengan Menggunakan Metode Dnv Gl Rp-B401, Tugas Akhir, 2019, Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, https://repository.its.ac.id/65772/1/02511540000111-Undergraduate_Theses.pdf
- [https://chem.libretexts.org/Courses/Northern Michigan University/CH 215%3A Chemistry of the Elements Fall 2023/04%3A Reactivity-Redox Chemistry/4.12%3A Pourbaix Diagrams](https://chem.libretexts.org/Courses/Northern_Michigan_University/CH_215%3A_Chemistry_of_the_Elements_Fall_2023/04%3A_Reactivity-Redox_Chemistry/4.12%3A_Pourbaix_Diagrams)
- Guntur, Meilinda, 2021, "Pemeriksaan Sistemproteksi Tiang Pancang Dermaga Di Banten" Prosiding Diseminasi Fakultas Teknologi Industri Semester Genap 2020/2021, penerbit ITENAS, hal Desimenasi FTI -1-13
<https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/697/577>
- Dody Prayitno, Aji Dwi Prasetyo, 2023, "Proteksi Katodik: Pengaruh Bentuk Bangun Ruangterhadap Laju Korosi Anoda ", Metrik Serial Humaniora Dan Sains(E): Issn 2774-2377, .Volume: 4, Nomor: 1, Tahun 2023,
<https://publikasi.kocenin.com/index.php/huma/article/view/435/371>
- Dody Prayitno, Paskha Putra Indayanto, 2021," Pengaruh Hardening Terhadap Korosi Pada Baja S45c", Metrik Serial Teknologi Dan Sains, (E) ISSN: 2774-2989. Volume: 2. Nomor: 2. (2021)
<https://publikasi.kocenin.com/index.php/teksi/article/view/238/195>
- Dody Prayitno, 2024, "Metal Foam: Hubungan Luas Permukaan Spesifik (M2/Kg) Dengan Porositas", Metrik Serial Teknologi Dan Sains(E) Issn 2774-2989. Volume: 5. Nomor: 2. (2024)
<https://publikasi.kocenin.com/index.php/teksi/article/view/583/478>
- Dody Prayitno, Afif Aulia Zulmi, 2023,"Studi Kasus: Apa Kaleng Minuman Dapat Mencegah Korosi Baja ST37? Metrik Serial Teknologi Dan Sains(E) Issn 2774-2989. Volume:4.Nomor: 1. (2023) ,
<https://Publikasi.Kocenin.Com/Index.Php/Teksi/Article/View/427/365>
- Dody Prayitno. Joko Riyono. Daisman P. B. Aji. Anisa D. I , 2019, "effect of heat treatment on the corrosion rate of S45C steel , Metrik Serial Teknologi Dan Sains. Vol. 1 No. 1, E) ISSN: 2774-2989.,
<https://publikasi.kocenin.com/index.php/teksi/article/view/113>
- Dody Prayitno, Joko Riyono, 2024, "The effect of porosity on the corrosion rate of aluminum foam as a sacrificial anode", Journal of Integrated and Advanced

Engineering (JIAE) Vol. 4, No. 1, March 2024: 1-8, E – ISSN 1774-6038. P ISSN 2774-602X, <https://doi.org/10.51662/jiae.v4i1.114>