

PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP KINERJA ANODA TUMBAL DALAM MENGENDALIKAN LAJU KOROSI BAJA AISI 4340

Mochammad Rizaq Salsabillah, Muhammad Dzulqarnain Busyra, Isni Utami

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, 60294.

mochrizaq16@gmail.com

Abstrak

Proteksi katodik merupakan suatu metode perlindungan logam terhadap serangan korosi. Metode ini dilakukan dengan cara membanjiri logam tersebut dengan elektron, kemudian potensial logam terhadap lingkungan turun sampai potensial proteksi, dimana logam secara teknis dianggap tidak terkorosi lagi, sehingga laju korosi logam dapat diminimumkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu, Mengetahui pengaruh temperatur terhadap laju korosi logam AISI 4340 dalam lingkungan NaCl 3,5%, Mengendalikan laju korosi logam AISI 4340 dalam lingkungan NaCl 3,5% menggunakan anoda tumbal Al dan Zn dan Mengetahui kinerja anoda tumbal Al dan Zn dalam mengendalikan laju korosi logam AISI 4340 dalam lingkungan NaCl 3,5% Proteksi katodik pada penelitian ini dilakukan dengan metode anoda tumbal dan pengujiannya dilakukan secara elektrokimia. Penelitian dilakukan pada baja AISI 4340 dalam lingkungan larutan NaCl 3,5% dengan anoda tumbal Aluminium dan Zinc. Hasil penelitian yang didapat menunjukkan bahwa anoda Aluminium mampu menurunkan laju korosi baja sampai dengan 99,99597%, dan anoda Zinc mampu menurunkan laju korosi baja sampai dengan 99,96611%.

Kata kunci: aluminium; anoda tumbal; korosi; proteksi katodik; zinc

1. PENDAHULUAN

Korosi didefinisikan sebagai proses degradasi atau perusakan logam yang terjadi karena reaksi elektrokimia, dan reaksinya berlangsung secara spontan. Korosi juga sering didefinisikan sebagai "penghancuran atau degradasi material yang disebabkan oleh reaksi terhadap lingkungannya" dan juga "kecenderungan spontan dari komponen logam untuk kembali ke keadaan semula seperti yang ditemukan di alam". Untuk itu, korosi juga disebut metalurgi terbalik, karena proses korosi mengembalikan logam ke keadaan alami yang lebih stabil secara termodinamika sebagai oksida atau sulfida atau senyawa lain, yang mana metalurgi berubah menjadi logam dengan memasok energi. Korosi juga didefinisikan sebagai penghancuran suatu bahan, terutama logam, melalui reaksi kimia. Bentuk korosi yang paling umum adalah karat yang terjadi ketika besi bergabung dengan oksigen dan air. (Pedferri, 2018).

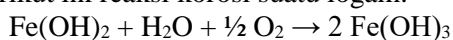
Air laut permukaan secara khas memiliki nilai pH lebih tinggi dari 8 karena efek gabungan dari pertukaran udara-laut dan fotosintesis. Konsentrasi ion karbonat akibatnya relatif tinggi di permukaan air. Faktanya, air permukaan hampir selalu lewat jenuh sehubungan dengan fase kalsium karbonat, kalsit dan aragonit. Masuknya karbon dioksida

molekuler ke perairan bawah permukaan selama dekomposisi bahan organik menurunkan keadaan saturasi sehubungan dengan karbonat. Sementara sebagian besar air permukaan sangat jenuh terhadap spesies karbonat, kebalikannya berlaku untuk perairan yang lebih dalam, yang sering tidak jenuh dalam karbonat. Sifat-sifat air laut diantaranya: (1) Konsentrasi garam tinggi, terutama natrium klorida. (2) Konduktivitas listrik yang tinggi. (3) pH yang relatif tinggi dan konstan. (4) Terdapat banyak senyawa organik. (5) Adanya kehidupan biologis, untuk selanjutnya dibedakan menjadi microfouling (misalnya bakteri, slime) dan macrofouling (misalnya rumput laut, remis, teritip, dan berbagai jenis hewan atau ikan). (Roberge, 2019).

Adapun, temperatur larutan sangat mempengaruhi laju korosi. Dalam media aqueous, korosi baja karbon yang diakibatkan oleh oksigen sangat dipengaruhi suhu. Dalam suatu sistem terbuka, semakin naik suhu, kelarutan oksigen dalam media aqueous semakin menurun karena oksigen dapat dibebaskan. Sebaliknya, dalam sistem tertutup oksigen tidak dibebaskan, sehingga semakin naik suhu, laju korosi semakin meningkat. Temperatur juga dapat mempercepat semua proses yang terlibat dalam peristiwa korosi, dimana terjadi peningkatan difusi oksigen pada

permukaan logam akibat adanya peningkatan temperatur, sehingga laju korosi pun semakin meningkat. Adapun semakin naik suhu, maka viskositas dari media aqueous semakin turun sehingga memudahkan oksigen terdifusi ke permukaan logam. Hal ini akan meningkatkan laju korosi baja karena jumlah oksigen yang terlarut sebagian besar di konsumsi dalam proses reduksi pada daerah katoda. (Royani, 2020).

Dalam kondisi netral Fe^{++} akan terhidrolisa membentuk $Fe(OH)_2$ yang bila batas kelarutannya telah terlampaui akan mengendap. Oleh karena tidak stabil $Fe(OH)_2$ ini dapat teroksidasi membentuk karat $Fe(OH)_3$. Berikut ini reaksi korosi suatu logam:



Pada sepotong logam yang dapat terkorosi dalam larutan elektrolit, beberapa area pada logam ini sifatnya anodik sedangkan daerah lain bersifat katodik pada logam. Proses tersebut berlangsung secara bersama antara reaksi anodik dan katodik, sehingga jika salah satu reaksi tidak terjadi maka tidak dapat terjadi korosi (Utami, 2009).

Proteksi katodik adalah cara perlindungan logam terhadap serangan korosi dengan jalan membanjiri logam tersebut dengan elektron, sehingga potensial logam terhadap lingkungan turun sampai potensial proteksi, dimana logam secara teknis dianggap tidak terkorosi lagi. Prinsip Proteksi katodik adalah cara perlindungan logam terhadap serangan korosi dengan jalan membanjiri logam tersebut dengan elektron, sehingga potensial logam terhadap lingkungan turun sampai potensial proteksi, dimana logam secara teknis dianggap tidak terkorosi lagi. (Utami, 2010).

Ditinjau dari sumber arus listriknya, metode proteksi katodik dibagi menjadi dua, yaitu pertama metode anoda tumbal (sacrificial anode) dan kedua metode arus tandingan (impressed current). Dalam metode anoda tumbal, logam dilindungi dengan menggunakan logam/paduan lain yang lebih reaktif, yang dihubungkannya dalam elektrolit. Arus listrik searah diperoleh dari reaksi galvanis yang diciptakannya. Pada metode arus tandingan, arus listrik searah diperoleh dari sumber luar, biasanya dari penyearah arus (rectifier), dimana kutub negatif dihubungkan ke logam yang dilindungi dan kutub positif dihubungkan ke anoda. Anoda yang dapat digunakan adalah: Ti/Pt, Nb/Pt, Ta/Pt, grafit, magnetit, si-silikon, dan baja. Masing-masing anoda mempunyai

kekhususan dalam penggunaannya ditinjau dari lingkungan dan kapasitas arus.

Dalam metode anoda tumbal, digunakan anoda yang dihubungkan dengan logam. Anoda eksternal yang terhubung menimbulkan korosi dan melepaskan elektron ke permukaan logam. Ukuran anoda eksternal tergantung pada masa pakai dan konsumsi arus sistem. Tidak ada sumber daya yang digunakan dalam kasus ini. Sistem anoda tumbal juga digunakan saat ini untuk melindungi struktur logam di mana area katoda diubah menjadi area anoda. (Hanif, 2019).

Potensial elektroda adalah potensial listrik pada suatu komponen elektroda. Dalam sel akan ada potensial elektroda untuk katoda, dan potensial elektroda untuk anoda. Nilai potensial elektroda di bawah non-kesetimbangan tergantung pada sifat dan komposisi fase kontak, dan pada kinetika reaksi elektroda pada antarmuka. Dalam elektrokimia, potensial elektroda standar, disingkat E° , adalah ukuran potensial individu dari elektroda reversibel pada keadaan standar, yaitu dengan zat terlarut pada konsentrasi efektif 1 mol dm^{-3} , dan gas pada tekanan 1 atm.

Meskipun potensial sel secara keseluruhan dapat diukur, namun tidak ada cara sederhana untuk mengukur potensial elektroda/elektrolit secara akurat. Potensial listrik juga bervariasi dengan suhu, konsentrasi dan tekanan. Oleh karena itu, potensial elektroda standar biasanya ditulis sebagai potensial reduksi standar. (Hart, 2018).

Logam AISI 4340 dikenal sebagai material HSLA (High Strength Low Alloy). Material ini termasuk kedalam baja karbon medium dengan paduan rendah Ni-Cr dan Mo. Loga ini memiliki komposisi kimia yaitu 0,38-0,43% C; 0,15-0,35% Si; 0,6-0,8% Mn; 0,2-0,3% Mo; 1,65-2,0% Ni; 0,7-0,9% Cr; max 0,035% P; max 0,04% S. Baja AISI 4340 memiliki sifat yang baik dalam hal ketahanan impact dan sifat tahan abrasinya. Secara umum material ini diperoleh dalam kondisi annealing atau pre-hardened. Dapat juga diberikan perlakuan hardening dan tempering apabila diinginkan kekerasan yang tinggi.

Desain struktur mikro yang dapat menghasilkan kekuatan dan elongasi yang baik adalah fasa ganda, dimana struktur kuat seperti bainit atau martensit dikombinasikan dengan struktur lunak berelongasi tinggi seperti ferit. Walaupun logam AISI juga termasuk baja tahan karat, akan tetapi masih bisa mengalami korosi

semacam korosi pitting dan korosi seragam (Bandanadjaja et al, 2016).

Pada penelitian ini mengenai Pengaruh Temperatur Terhadap Kinerja Anoda Tumbal Al dan Zn dalam Mengendalikan Laju Korosi Baja AISI 4340 dalam Lingkungan NaCl 3,5%. Pemilihan bahan baku Aluminium dan Zinc sebagai anoda tumbal dalam pengendalian laju korosi dikarenakan anoda tumbal tersebut memiliki nilai potensial sel yang relatif kecil sehingga memiliki kecenderungan untuk terkorosi terlebih dahulu dan memproteksi logam dibelakangnya.

Dimana pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa data hasil analisis berdasarkan metode kehilangan berat menunjukkan anoda Al mampu menurunkan laju korosi baja sampai cukup signifikan dibanding dengan anoda Zn, hal ini disebabkan potensial aluminium lebih elektronegatif dibanding seng. Penelitian tersebut menggunakan pengukuran laju korosi berdasarkan kehilangan berat, yang mana penggunaan metode kehilangan berat ini memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang lama, karena sampel hanya ditempatkan dalam system dan dibiarkan terkorosi (Utami,2009). Selain itu dipilihnya logam AISI tipe 4340 karena banyak dipergunakan dalam dunia industry terutama perkapalan dikarenakan memiliki ketahanan terhadap korosi yang sangat baik.

Pada penelitian ini menggunakan metode potensiostat dalam menentukan laju korosi. Penelitian ini bertujuan guna mengetahui pengaruh temperatur terhadap kinerja anoda tumbal, mengendalikan laju korosi logam AISI 4340 menggunakan anoda tumbal Al dan Zn, menentukan anoda tumbal terbaik dalam mengendalikan laju korosi logam AISI 4340 dalam lingkungan NaCl 3,5%.

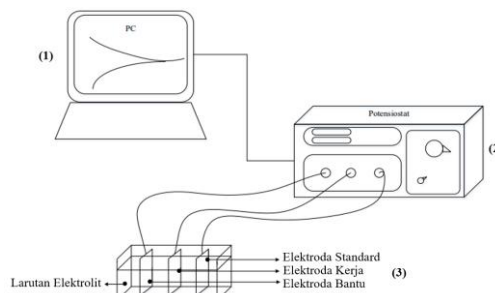
2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Pada penelitian ini, bahan - bahan yang digunakan antara lain bahan uji Baja AISI 4340, anoda tumbal (Al, Zn) yang dibeli di distributor pabrik besi dan baja. Kemudian bahan - bahan penunjang seperti aquadest, dan NaCl 3,5% sebagai lingkungan yang bersifat korosif yang dibeli di toko bahan kimia.

2.2 Alat

Alat penelitian ini yaitu sebagai berikut ini :



Gambar 1. Rangkaian alat uji potensiostat

Keterangan Gambar :

1. Komputer
2. Alat potensiostat

Plat bahan uji stainless steel (elektroda kerja); plat elektroda kalomel (elektroda standard) dan plat elektroda platina (elektroda bantu).

2.3 Prosedur

Pada penelitian dilakukan 3 tahap sebagai berikut ini :

Tahap pertama preparasi material

Menyiapkan baja AISI 4340 sebagai elektroda kerja dengan ukuran panjang 5 cm, lebar 1 cm dan tinggi 0,5 mm, selanjutnya sampel baja diampelas terlebih dahulu dengan ukuran amplas grade 300 sampai 1000 hingga halus, kemudian menyiapkan anoda tumbal dengan ukuran Panjang 1 cm dan lebar 1 cm. Setelah itu tempel anoda tumbal dipermukaan baja AISI 4340 dengan cara mensolder, setelah itu melakukan proses coating dengan menggunakan cat kuku sampai menutupi seluruh permukaan baja kecuali luas area 2x1cm.

Tahap kedua pembuatan larutan uji

Larutan NaCl 3,5 % dibuat dengan cara melarutkan 3,5 gram NaCl yang telah dihaluskan ke dalam 100 ml aquadest di dalam gelas beaker kemudian menyimpan larutan tersebut dalam tempat yang telah disediakan.

Tahap ketiga pengujian dengan alat uji Potensiostat

Proses tahap pengujian, Pertama melakukan pemanasan terhadap Larutan NaCl 3,5% sesuai dengan variabel yang ditetapkan yaitu suhu 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C. pengukuran laju korosi dilakukan dengan metode uji polarisasi, elektroda kerja dipasang pada sel elektrokimia berhadapan dengan elektroda bantu Pt dan elektroda kalomel. Potensiostat dinyalakan dan dikoneksikan dengan software Autolab hingga pada layar monitor muncul

hubungan potensial sel terhadap arus pada setiap saat. Dimana software autolab ini merupakan perangkat lunak autolab yang dapat mengontrol jalur pemuatan dan profil suhu selama pengujian, serta dapat dikembangkan untuk memproses data secara otomatis lebih lanjut dari eksperimen kompleks. Setelah pengujian selesai maka akan muncul kurva tafel dan parameter-parameternya. Pengujian sampel dilakukan selama 120 detik sesuai dengan pengaturan pada software.

2.4 Perhitungan Analisis

Perhitungan Efisiensi Penurunan Laju korosi (%ef)

$$\% ef = \frac{CR_{blanko} - CR_{anoda}}{CR_{blanko}} \times 100\% \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

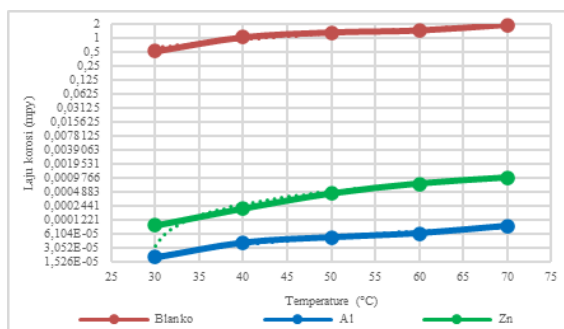
3.1. Hasil Pengamatan Pengaruh Temperatur terhadap Laju Korosi

Pada umumnya proses terjadinya korosi suatu logam tidak lepas dari pengaruh temperatur lingkungan sekitarnya. Hasil dari grafik tafel polarisasi yang telah didapatkan pada penelitian ini menunjukkan nilai laju korosi pada baja AISI 4340 baik menggunakan dan tidak menggunakan proteksi anoda pada berbagai temperatur sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran laju korosi menggunakan potensiostat dengan program potensiodinamik pada baja AISI 4340 dengan anoda tumbal Aluminium (Al) , anoda tumbal Zinc (Zn) dan tanpa anoda tumbal

Suhu (°C)	Laju Korosi (mpy)		
	Tanpa Proteksi Anoda	Proteksi dengan Anoda Al	Proteksi dengan Anoda Zn
30	0,53642	0,00001908	0,000092487
40	1,0679	0,000039465	0,00021431
50	1,3557	0,000051283	0,0004487
60	1,4931	0,000062533	0,00073211
70	1,9655	0,000089351	0,00098307

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa temperatur berpengaruh terhadap laju korosi baja AISI 4340, dimana peningkatan temperatur akan diikuti dengan peningkatan laju korosi baja AISI 4340. Hal tersebut dapat diperjelas pada grafik 1 yang berkorelasi dengan tabel 1.



Gambar 1. Hubungan antara variasi suhu larutan NaCl 3,5% (°C) pada rentang 30°C-70°C terhadap Laju korosi (mpy) baja AISI 4340 menggunakan Anoda Aluminium, Anoda Zinc, dan tanpa Anoda

Berdasarkan data dari tabel 1 dan grafik 1, diperoleh hasil bahwa seiring meningkatnya temperatur lingkungan maka laju korosi pada baja AISI 4340 semakin meningkat pula. Baja yang tidak diproteksi oleh anoda (baja telanjang) didapatkan nilai laju korosi yang lebih tinggi dibanding baja yang diproteksi oleh anoda. Nilai laju korosi baja AISI 4340 dengan menggunakan anoda aluminium didapatkan hasil yang lebih kecil daripada menggunakan anoda zinc.

Perbandingan nilai laju korosi baja telanjang dan baja yang diproteksi oleh anoda tumbal membuktikan bahwa adanya penambahan anoda tumbal ini efektif untuk menurunkan laju korosi akibat pengaruh temperatur. Hal ini sesuai dengan Pedferri (2018), dimana temperatur dapat mempercepat semua proses yang terlibat dalam peristiwa korosi, ketika temperatur lingkungan meningkat maka terjadi pula peningkatan difusi oksigen pada permukaan logam yang menyebabkan keretakan pada permukaan logam tersebut, sehingga laju korosi pun semakin meningkat. Meskipun setiap peningkatan temperatur laju korosi baja meningkat, namun laju korosi tersebut tetap dapat diminimumkan.

Hal ini didapat karena potensial kedua anoda lebih elektronegatif dibandingkan logam baja, yang mana mengacu pada deret volta bahwa semakin negatif nilai potensial anoda maka semakin mudah anoda tersebut teroksidasi, sehingga logam yang terlindungi dapat dikendalikan laju korosinya.

3.2 Hasil Pengamatan Pengaruh Temperatur terhadap Potensial Korosi

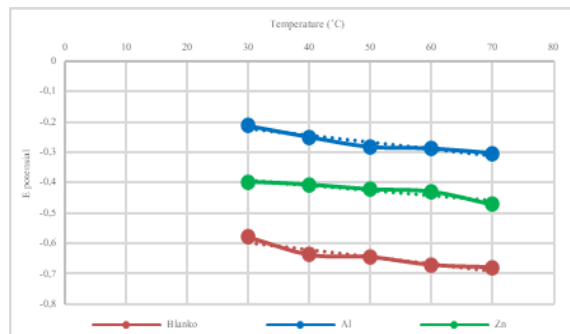
Temperatur dapat mempengaruhi kinerja dari anoda dalam mengendalikan laju korosi

baja AISI 4340. Hasil dari grafik tafel polarisasi yang telah didapatkan pada penelitian ini menunjukkan nilai potensial korosi pada baja AISI 4340 baik menggunakan dan tidak menggunakan proteksi anoda pada berbagai temperatur sebagaimana tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai potensial korosi pada baja AISI 4340 dengan anoda tumbal Alumunium (Al), anoda tumbal Zinc (Zn), dan tanpa anoda tumbal disetiap peningkatan temperatur

Suhu (°C)	E° (V)		
	Tanpa Proteksi Anoda	Proteksi dengan Anoda Al	Proteksi dengan Anoda Zn
30	-0,5789	-0,21136	-0,39659
40	-0,6376	-0,24909	-0,40671
50	-0,64516	-0,2824	-0,42088
60	-0,67156	-0,28727	-0,42974
70	-0,67947	-0,30303	-0,47389

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa temperatur berpengaruh terhadap potensial korosi baja AISI 4340, dimana peningkatan temperatur akan diikuti dengan penurunan potensial korosi baja AISI 4340. Hal tersebut dapat diperjelas pada grafik 2 yang berkorelasi dengan tabel 2.



Gambar 2. Hubungan antara variasi suhu larutan NaCl 3,5% (°C) pada rentang 30°C-70°C terhadap potensial korosi pada baja AISI 4340 dengan menggunakan anoda Alumunium, anoda Zinc, dan tanpa anoda

Berdasarkan data dari tabel 2 dan grafik 2, diperoleh hasil bahwa seiring meningkatnya temperatur lingkungan maka potensial korosi baja AISI 4340 akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena temperatur dapat mempercepat semua proses yang terlibat dalam peristiwa korosi tak terkecuali potensial korosi suatu logam. Berdasarkan hasil tersebut, potensial korosi paling rendah (negatif) yaitu pada baja yang tidak diproteksi oleh anoda

(baja telanjang) daripada baja yang diproteksi oleh anoda tumbal. Anoda alumunium lebih efektif daripada anoda zinc dalam mengendalikan laju korosi pada baja AISI 4340. Hal ini sesuai dengan Utami (2010), dimana semakin meningkatnya temperatur maka semakin menurunnya potensial korosinya, disebabkan oleh nilai potensial korosi logam yang terproteksi akan lebih besar daripada baja yang tidak diproteksi.

Hal ini disebabkan karena nilai potensial anoda tumbal mempengaruhi bagaimana anoda tersebut dapat mengendalikan laju korosi. Mengacu pada deret volta, nilai potensial anoda tumbal yang digunakan harus lebih negatif dibanding logam yang akan diproteksi. Nilai potensial pada anoda alumunium sebesar -1,67 E°/V dan anoda Zinc sebesar -0,67 E°/V yang mana lebih negatif dari baja sebesar -0,44 E°/V (Hart, 2018). Semakin negatif nilai potensial logam maka lebih mudah melepas elektron, sehingga logam yang dibanjiri elektron laju korosinya menurun atau dapat dikatakan logam dengan proteksi anoda tersebut dapat dikendalikan laju korosinya.

3.3 Hasil Pengamatan Pengaruh Temperatur terhadap Efisiensi Anoda dalam Mengendalikan Laju Korosi

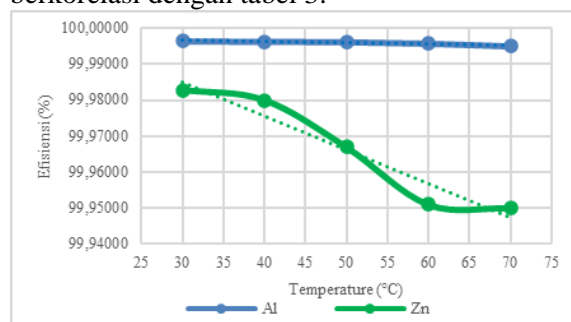
Temperatur dapat mempengaruhi efisiensi anoda dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 4340. Setelah dilakukan perhitungan berdasarkan hasil dari tafel polarisasi, didapatkan nilai efisiensi anoda dalam mengendalikan laju korosi pada baja AISI 4340 sebagaimana tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Efisiensi penurunan laju korosi baja AISI 4340 dengan anoda tumbal Alumunium (Al), dan anoda tumbal Zinc (Zn)

Suhu (°C)	% Penurunan dengan Al	% Penurunan dengan Zn
30	99,99644	99,98276
40	99,99630	99,97993
50	99,99622	99,96690
60	99,99581	99,95097
70	99,99505	99,94998

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa temperatur berpengaruh terhadap efisiensi anoda dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 4340, dimana peningkatan temperatur akan diikuti dengan penurunan efisiensi anoda dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 4340. Hal

tersebut dapat diperjelas pada grafik 3 yang berkorelasi dengan tabel 3.



Gambar 3. Hubungan antara variasi suhu larutan NaCl 3,5% (°C) pada rentang 30°C-70°C terhadap efisiensi penurunan laju korosi baja AISI 4340 dengan anoda Aluminium dan anoda Zinc

Berdasarkan data dari tabel 3 dan grafik 3, diperoleh hasil bahwa seiring meningkatnya temperatur lingkungan maka efisiensi anoda dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 4340 akan mengalami penurunan. Baja yang diproteksi oleh anoda aluminium didapatkan nilai efisiensi yang lebih tinggi dibanding baja yang diproteksi oleh anoda zinc, sebagaimana dapat digambarkan pada grafik 3. Efisiensi penurunan laju korosi terbaik pada baja AISI 4340 adalah menggunakan anoda tumbal Aluminium.

Hal ini disebabkan karena nilai potensial anoda tumbal mempengaruhi bagaimana anoda tersebut dapat mengendalikan laju korosi. Mengacu pada deret volta, nilai potensial anoda tumbal Aluminium lebih negatif dari pada anoda Zinc (Hart, 2018). Dimana hal tersebut sesuai dengan Utami (2009), yang menyebutkan anoda Al mampu menurunkan laju korosi baja sampai cukup signifikan dibanding dengan anoda Zn, hal ini disebabkan potensial aluminium lebih elektronegatif dibanding sen.

Efisiensi penurunan laju korosi baja AISI 4340 dengan anoda tumbal Aluminium dan Zinc pada penelitian ini didapatkan hasil yang terbaik yaitu pada suhu 30°C, setelah melewati suhu tersebut efisiensi penurunan laju korosi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena seiring meningkatnya temperatur menyebabkan kerusakan pada struktur logam (Sathish, 2021). Akibatnya, kinerja anoda tumbal pun menurun begitu pula dengan efisiensinya dalam memproteksi suatu logam.

4. KESIMPULAN

Peningkatan temperatur larutan NaCl 3,5% akan diikuti dengan peningkatan laju korosi baja AISI 4340. Sehingga, digunakan proteksi dengan anoda tumbal agar dapat mengendalikan laju korosi pada baja AISI 4340 terhadap pengaruh temperatur tersebut. Kinerja anoda tumbal Aluminium dan Zinc sebagai penghambat laju korosi pada logam uji AISI tipe 4340 menunjukkan kinerja yang baik. Anoda tumbal terbaik dalam mengendalikan laju korosi pada baja AISI 4340 dalam lingkungan NaCl 3,5% adalah Aluminium. Dimana didapatkan nilai rata-rata efisiensi penurunan pada anoda tumbal Aluminium sebesar 99,99597%, sedangkan pada anoda tumbal Zinc sebesar 99,96611%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashidiq, Fakhruddien, (2017), Pengaruh Temperatur Terhadap Korosi Logam Stainless Steel 316L Di Lingkungan Asam Sulfat, *Jurnal Universitas Mercu Buana, Vol. 1*.
- Bandanadjaja, B., Ruskadi, C. & Indra, P., (2016), Perlakuan Panas Material AISI 4340 Untuk Menghasilkan Dual Phase Steel Ferrit Bainit, *Jurnal STEMAN*.
- Décarie, E. L., & Geider, R. J., (2017), Predictions of response to temperature are contingent on model choice and data quality, *Wiley's Research in Ecology and Evolution, Vol. 7, No. 23*.
- Hanif, M., (2019), Comparison of Sacrificial Anode and Impressed Current Cathodic Protection Methods using Electric Resistance of Mild Steel, *Journal of International Conference on Computer, Communication, Chemical, Materials and Electronic Engineering*.
- Harmaini, (2013), Analisa Pengaruh Temperatur Dan Kelembaban Udara Relatif Terhadap Laju Korosi Atmosferik Pada Baja Kontruksi, *Jurnal UTU Meulaboh 2013, Vol. 1, No. 1*.
- Hart, L., (2018), *Electrochemistry and Electrochemical Engineering*, Library Press, New York.
- Pedefferri, P., (2018), *Corrosion Science and Engineering*, Springer Nature Switzerland AG, Cham.
- Roberge, Pierre R., (2019), *Handbook of Corrosion Engineering Third Edition*, McGraw-Hill, New York.

- Royani, A., (2020), Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Media Air Laut, *Jurnal Simetrik*, Vol. 10, No.1..
- Sathish, S., (2021), *Advanced in Civil Engineering*, AkiNik, New Delhi.
- Utami, I., (2009), Proteksi Katodik Dengan Anoda Tumbal Sebagai Pengendali Laju Korosi Baja Dalam Lingkungan Aqueous, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.3, No.2.
- Utami, I., (2010), *Korosi*, Dian Samudra, Sidoarjo.