

## **PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP ANODA TUMBAL DALAM MENGENDALIKAN LAJU KOROSI BAJA AISI 1045**

**Muchammad Alfian Ubaidi\*, Nuhan Lutfi Basymeleh, Isni Utami**

Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur  
60249, Indonesia

\*Penulis korespondensi: ubaidialfian6@gmail.com

### **Abstrak**

*Proteksi katodik adalah suatu cara perlindungan logam dari serangan korosi dengan menggunakan arus listrik searah dan membanjiri logam tersebut dengan elektron. Metode proteksi katodik dengan menggunakan anoda tumbal merupakan salah satu upaya terbaru dalam pengendalian laju korosi yang tidak semua industri melakukan dengan metode tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dalam kinerja anoda tumbal dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 1045 dan mengetahui anoda tumbal terbaik dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 1045 dalam lingkungan NaCl 3,5%. Penelitian ini dilakukan dengan potensiostat dengan program Potensiodinamik dengan variabel variasi temperatur yaitu 30°C-70°C dan menggunakan anoda tumbal alumunium dan zinc. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat bahwa peningkatan temperatur akan diikuti dengan penurunan kinerja dari anoda tumbal alumunium dan zinc. Laju korosi tertinggi terdapat pada baja yang tidak diproteksi anoda, hal tersebut membuktikan bahwa anoda tumbal dapat mengendalikan laju korosi. Anoda tumbal terbaik dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 1045 dalam lingkungan NaCl 3,5% yaitu anoda alumunium dengan didapatkan nilai rata-rata efisiensi penurunan pada anoda tumbal alumunium sebesar 99,9676% sedangkan pada anoda tumbal zinc sebesar 99,5305%.*

**Kata kunci:** alumunium; anoda tumbal; proteksi katodik; zinc

## **TEMPERATURE EFFECT ON ANODE PERFORMANCE IN CONTROLLING THE CORROSION RATE OF AISI 1045 STEEL**

### **Abstract**

*Cathodic protection is a way of protecting metals from corrosion attacks by using direct electric current and flooding the metal with electrons. The method of cathodic protection using a sacrificial anode is one of the latest efforts to control the rate of corrosion that not all industries do with the method. The purpose of this study is to find out the effect of temperature on the performance of sacrificial anodes in controlling the corrosion rate of AISI 1045 steel and know the best anodes in controlling the corrosion rate of AISI 1045 steel in a NaCl environment of 3.5%. This study was conducted with potentiostat with a Potentiodynamic program with temperature variation variables namely 30°C- 70°C and using aluminum and zinc sacrificial anodes. Based on the results of the study, it can be seen that the increase in temperature will be followed by a decrease in performance from aluminum and zinc anodes. The highest corrosion rate is found in steel that is not in anode protection, it proves that the sacrificial anode can control the corrosion rate. The best sacrificial anode in controlling the corrosion rate of AISI 1045 steel in a NaCl environment of 3.5% is aluminum anode with an average value of decreased efficiency in aluminum sacrificial anode by 99.9676% while in zinc anodes it is 99.5305%.*

**Keywords:** alumunium; sacrificial anode; protection katodic; zinc

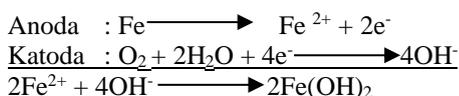
### **PENDAHULUAN**

Korosi adalah suatu proses kerusakan logam karena suatu reaksi elektrokimia yang terjadi akibat interaksi logam dengan lingkungannya. Korosi pada

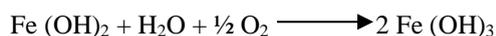
logam secara umum timbul sebagai hasil dari reaksi elektrokimia yang diakibatkan oleh adanya elektrolit yang kontak dengan permukaan logam. Elektrolit tersebut biasanya berbentuk larutan garam, asam atau alkali. Korosi merupakan permasalahan utama yang

sering terjadi khususnya di industri perkapalan dan industri minyak dan gas, dimana baja berperan besar dalam menunjang produksi industri, sehingga baja tersebut mudah terkena kontak dengan lingkungan sekitarnya yang menyebabkan baja terkorosi. Masalah korosi memang sangat sukar untuk ditanggulangi secara tuntas, akan tetapi karena proses korosi mengikuti hukum atau kaidah tertentu, maka proses korosi dapat diusahakan untuk dikendalikan dengan tujuan untuk memperlambat proses terjadinya korosi, sehingga kerugian korosi per satuan waktu dapat diperkecil (Utami,2010).

Mekanisme reaksi korosi pada baja dalam lingkungan air laut dapat dilihat pada reaksi berikut:



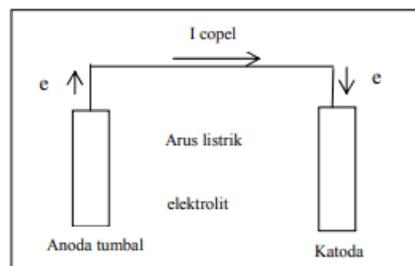
Fe(OH)<sub>2</sub> dapat teroksidasi kembali dikarenakan tidak stabil, sehingga mengalami reaksi seperti berikut:



Proteksi katodik merupakan salah satu cara pengendalian laju korosi suatu logam, dimana struktur logam yang akan dilindungi dijadikan sebagai katoda. Metode proteksi katodik dilakukan menggunakan arus listrik searah melalui elektrolit ke logam dan membanjiri logam tersebut dengan elektron, sehingga potensial logam terhadap lingkungan turun sampai potensial proteksi, dimana logam secara teknis dianggap tidak terkorosi lagi. Metode ini sangat efektif dalam melindungi logam dari serangan korosi dalam lingkungan elektrolit seperti tanah maupun air, oleh karena itu perlindungan dengan proteksi katodik banyak digunakan pada plat kapal, instalasi pipa bawah tanah, dan pipa lepas pantai.

Ditinjau dari sumber arus listriknya, metode proteksi katodik dibagi menjadi dua, yaitu pertama metode arus tandingan (*impressed current*) dimana arus listrik searah diperoleh dari sumber luar dan kedua, metode anoda tumbal (*sacrificial anode*). Dalam metode anoda tumbal, logam dilindungi dengan menggunakan logam/paduan lain yang lebih reaktif terhadap korosi, yang dihubungkan dalam larutan elektrolit. Sehingga logam/paduan lain tersebut terkena korosi terlebih dahulu sehingga logam terhindar dari serangan korosi,

Metode anoda tumbal dapat dilakukan dengan menghubungkan anoda eksternal dengan logam yang akan diproteksi dan melewatkan arus listrik searah (*direct current*), sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 1, sehingga seluruh permukaan logam menjadi katodik dan karenanya tidak akan terkorosi. Anoda tumbal tersebut pada umumnya menggunakan anoda aluminium dan zinc yang dimana masing-masing memiliki nilai potensial sebesar -1,67 Volt dan -0,76 Volt (Schweitzer, 2004).



Gambar 1. Prinsip proteksi katodik anoda tumbal

Faktor – faktor yang mempengaruhi laju korosi antara lain temperatur, kecepatan aliran, perbedaan potensial, waktu, tegangan, tekanan dan pH larutan.

Pengukuran laju korosi secara elektrokimia pada dasarnya menggunakan metode polarisasi dan menerapkan teori potensial campuran, yakni laju reaksi anodik sama dengan laju reaksi katodik. Persamaan yang digunakan pada metode ini didasari hukum Faraday sebagaimana pada persamaan 1.

$$m = \frac{ICM}{nF} \dots\dots\dots(1)$$

Laju korosi dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$CR (mpy) = k \times \frac{ai}{nD} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana, *CR* adalah *corrosion rate* atau laju korosi (mpy), *m* adalah massa yang bereaksi, *I* merupakan arus listrik (ampere), *a* adalah berat atom, *n* jumlah electron yang terlibat korosi, *k* adalah konstanta (0,129 untuk satuan mpy), *F* bilangan Faraday (96500 coulomb/equivalent), *i* adalah rapat arus korosi ( $\mu\Delta/cm^2$ ), *D* adalah densitas logam ( $g/cm^3$ ) (Utami, 2009).

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan yaitu baja AISI 1045, anoda tumbal (aluminium dan zinc), natrium klorida dan aquades. Perlengkapan alat dalam penelitian ini diantaranya seperangkat alat uji potensiosstat, beaker glass, kaca arloji, neraca analitik, corong kaca, labu ukur, pipet, gelas kur, hot plate dan spatula.

### Preparasi Material

Penelitian dilakukan di Laboratorium Korosi, Jurusan Metalurgi ITS Surabaya. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan baja AISI 1045 sebagai elektroda kerja dengan ukuran panjang 5 cm x 1cm x 6mm, selanjutnya sampel baja diampelas terlebih dahulu dengan ukuran amplas grade 300 sampai 1000 hingga halus, kemudian menyiapkan anoda tumbal dengan ukuran 1cm x 1 cm. Setelah itu tempel anoda tumbal dipermukaan baja AISI 1045 dengan cara mensolder, setelah itu melakukan proses *coating* dengan menggunakan cat kuku sampai

menutupi seluruh permukaan baja kecuali luas area 2x1.

**Tahap Pembuatan Larutan Uji NaCl 3,5%**

Sebanyak 3,5 gram NaCl dilarutkan ke dalam 100ml aquadest di dalam gelas beaker kemudian menyimpan larutan tersebut dalam tempat yang telah disediakan.

**Tahap Pengujian**

Dalam proses tahap pengujian, pertama melakukan pemanasan terhadap larutan NaCl 3,5% sesuai dengan variabel yang ditetapkan yaitu pada rentang suhu 30°C-70°C. Selanjutnya memasang ketiga elektroda yang dipasang pada sel elektrokimia. Ketiga elektroda tersebut adalah elektroda kerja, elektroda acuan dan elektroda bantu. Elektroda kerja pada percobaan ini adalah baja AISI 1045 yang dipasang berhadapan dengan elektroda bantu yaitu Pt dan elektroda acuan yaitu kalomel. Kemudian alat potensiostat dinyalakan lalu menjalankan program dengan mengkoneksikan alat potensiostat tersebut ke software autolab, sehingga pada layar monitor muncul hubungan potensial sel terhadap arus pada setiap saat. Setelah pengujian selesai maka akan muncul grafik tafel polarisasi serta parameter-parameternya. Pengujian sampel dilakukan selama 120 detik sesuai dengan pengaturan pada software.

**Perhitungan Analisa**

**Efisiensi Anoda Tumbal (%IE)**

Efisiensi anoda dihitung dengan persamaan 3.

$$\% IE = \frac{CR\ Blanko - CR\ Anoda}{CR\ Anoda} \dots\dots\dots(3)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kinerja anoda tumbal Al dan Zn dalam mengendalikan laju korosi pada baja AISI 1045 di lingkungan NaCl 3,5%. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan menggunakan alat potensiostat dengan program potensiodinamik, didapat hasil laju korosi pada baja AISI 1045 dengan menggunakan anoda Al, Zn, dan tanpa anoda tumbal serta didapat hasil efisiensi penurunan laju korosi pada baja AISI 1045 dengan anoda Al dan Zn, yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pada Gambar 1 dapat dilihat peningkatan temperatur akan diikuti dengan peningkatan laju korosi. Berdasarkan grafik tersebut laju korosi paling tinggi yaitu pada baja yang tidak diproteksi oleh anoda (baja telanjang) daripada baja yang diproteksi oleh anoda tumbal. Penggunaan anoda aluminium lebih efektif dari pada menggunakan anoda zinc dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 1045, terlihat dari laju korosi baja AISI 1045 menggunakan aluminium lebih kecil dari pada menggunakan zinc.

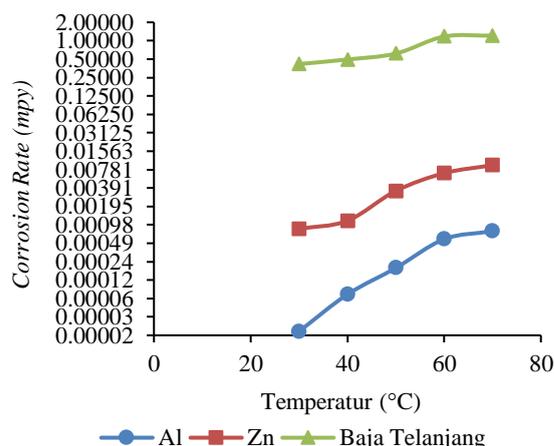
Perbandingan nilai laju korosi baja telanjang dan baja yang diproteksi oleh anoda tumbal membuktikan adanya penambahan anoda tumbal ini sangat efektif untuk menurunkan nilai laju korosi, meskipun setiap peningkatan temperatur laju korosinya meningkat, namun laju korosinya tetap dapat diminimumkan. Oleh karena itu temperatur mempengaruhi kinerja dari anoda tumbal dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 1045, sehingga kinerja anoda tumbal menurun seiring meningkatnya temperatur.

**Tabel 1.** Pengukuran laju korosi menggunakan Potensiostat dengan program potensiodinamik pada baja AISI 1045 dengan anoda aluminium (Al), anoda tumbal zinc (Zn) dan baja telanjang

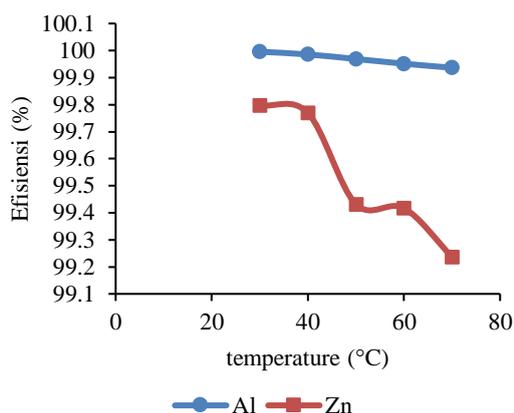
Suhu (°C)	Laju Korosi (mpy)		
	Baja Telanjang	Proteksi dengan Al	Proteksi dengan Zn
30	0,4152	0,000018	0,00083
40	0,4936	0,000071	0,0011
50	0,6164	0,00019	0,0035
60	1,1712	0,00057	0,0068
70	1,2089	0,00077	0,0092

**Tabel 2.** Hasil Efisiensi penurunan laju korosi baja AISI 1045 dengan anoda tumbal aluminium (Al) dan anoda tumbal Zinc (Zn)

Suhu (°C)	% Penurunan dengan Al	% Penurunan dengan Zn
30	99,99574	99,79784
40	99,98559	99,76905
50	99,9688	99,4318
60	99,95143	99,41691
70	99,93635	99,23707



**Gambar 1.** Hubungan antara variasi suhu larutan NaCl 3,5% (°C) pada rentang 30°C-70°C terhadap laju korosi (mpy) baja AISI 1045 menggunakan Anoda tumbal aluminium, zinc, dan tanpa anoda tumbal



**Gambar 2.** Hubungan antara variasi suhu larutan NaCl 3,5% (°C) pada rentang 30°C-70°C terhadap efisiensi penurunan laju korosi baja AISI 1045 dengan anoda tumbal aluminium dan seng

Pada Gambar 2 dapat dilihat peningkatan temperatur akan diikuti penurunan efisiensi laju korosi baja AISI 1045 dengan anoda tumbal. Berdasarkan grafik tersebut nilai efisiensi yang paling kecil yaitu pada baja yang diproteksi oleh anoda tumbal zinc daripada aluminium, sehingga penggunaan anoda tumbal aluminium lebih efektif dalam mengendalikan laju korosi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Schweitzer pada buku Ensiklopedia korosi terbitan tahun 2004 menyatakan bahwa nilai potensial pada anoda aluminium (-1,67 E0/V) lebih negatif dari pada anoda Zinc (-0,67 E0/V). Nilai potensial pada anoda tumbal mempengaruhi bagaimana anoda tersebut dapat mengendalikan laju korosi, karena semakin negatif nilai potensial logam maka lebih mudah melepas elektron, sehingga logam yang dibanjiri elektron laju korosinya menurun. Oleh karena itu penggunaan anoda aluminium lebih efektif daripada zinc. Efisiensi penurunan laju korosi baja AISI 1045 dengan anoda tumbal aluminium dan zinc yang terbaik yaitu pada suhu 30°C, setelah melewati suhu tersebut efisiensi penurunan laju korosi mengalami penurunan, dikarenakan seiring meningkatnya temperatur turut diikuti dengan kenaikan laju korosi

yang menyebabkan kerusakan pada struktur baja AISI 1045.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa peningkatan temperatur larutan NaCl 3,5% akan diikuti penurunan kinerja anoda tumbal dalam mengendalikan laju korosi. Penggunaan anoda tumbal terbaik dalam mengendalikan laju korosi baja AISI 1045 adalah dengan aluminium dibandingkan zinc.

### DAFTAR PUSTAKA

- Davis, J., 2000, Corrosion Understanding The Basics, ASM International, America.
- Indarti, R., Yunus, T. & Cut, M., 2018, 'Karakterisasi Simulator Sistem Proteksi Katodik Metode Anoda Korban Pada Sistem Perpipaan Yang Tertanam Dalam Tanah', Jurnal Teknik Kimia
- Khaleel, H., Adnan & Amjed, A., 2015, 'The Effect Of Temperature and Inhibitor on Corrosion of Carbon Steel in Acid Solution under Static Study, International journal of Applied Engineering, Vol. 13, No. 6.
- Pramono, A., 2011, 'Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprocket Rantai', Jurnal Teknik Mesin, Vol. 5, No. 1.
- Priyantoro, F., Budi, S. & Heri, S., 2012, 'Analisa Pengaruh Luasan Scratch Permukaan Terhadap Laju Korosi Pada Pelat Baja A36 dengan Variasi Sstem Pengelasan', Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 1, No. 1.
- Revie, R 2008, Corrosion and Corrosion Control, John Wiley & Sons Inc., New Jersey.
- Shreir, L 1994, CORROSION Volume 2: Corrosion Control, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Schweitzer, P., 2004, Encyclopedia of Corrosion Technology, Marcel Dekker, New York.
- 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', Sidoarjo : Dian Samudra