

# PROTEKSI KATODIK DENGAN ANODA TUMBAL SEBAGAI PENGENDALI LAJU KOROSI BAJA DALAM LINGKUNGAN *AQUEOUS*

Isni Utami

Jurusan Teknik Kimia, UPN "Veteran " Jawa Timur

[Email: isniutami@yahoo.com](mailto:isniutami@yahoo.com)

## **Abstrak**

*Proteksi katodik merupakan salah satu metoda pengendalian laju korosi secara termodinamika dengan cara memperlakukan struktur logam sebagai katoda. Metode ini dilakukan dengan jalan mengalirkan arus listrik searah melalui elektrolit ke logam sehingga potensial antar muka logam - larutan elektrolit turun menuju daerah immunya atau sampai nilai tertentu sehingga laju korosi logam di perbolehkan/minimum. Proteksi katodik dengan metoda anoda tumbal diteliti secara elektrokimia. Penelitian dilakukan pada baja AISI SAE 1018 dalam lingkungan larutan NaCl 3,5% dengan waktu pencelupan 168 s/d 840 jam dengan anoda tumbal Al dan Zn. Dari data analisa dengan metoda kehilangan berat, anoda Al mampu menurunkan laju korosi baja sampai dengan 82 % dan Zn 50%*

**Kata kunci :** *Proteksi katodik, anoda tumbal*

## **Abstract**

*Cathodic Protection is one of the method to Control Corrosion rate thermodynamically by applying steel as cathode. Application of this methode is by flow the DC current through electrolite to steel so that potential interface between steel and electrolite goes to immun area or until paricular value which corrosion speed allowed (minimum). Cathodic Protection using sacrificial anode methode was researched in electrochemistry way. Experiment was done to AISI SAE 1018 steel in NaCl enviroentment 3.5% within 168 to 840 hours using sacrificial anode Al and Zn. From analysis data using mass loss methode, Al anode able to decrease steel corrosion speed untill 82% and Zn for 50. %*

**Keyword :** *Cathodic protection, sacrificial anode*

## **Pendahuluan**

Korosi merupakan degradasi logam akibat berinteraksi dengan lingkungannya, karena secara alamiah logam akan kembali menuju kondisi termodinamis yang lebih stabil sebagai senyawanya<sup>(1)</sup>. Pengertian korosi adalah sebagai berikut, bila sepotong logam terkorosi dalam larutan elektrolit, sebagian daerah pada logam tersebut bersifat anodik dimana terjadi reaksi oksidasi logam, sebagian lain bersifat katodik, dimana terjadi reaksi reduksi. Pada proses korosi reaksi anodik dan katodik berlangsung secara serempak, artinya bila salah satu reaksi tidak berlangsung maka korosi tidak terjadi.<sup>(2)</sup> Pendekatan yang diambil dalam pengendalian korosi adalah dengan cara mengurangi atau mengeliminasi salah satu atau keduanya sehingga reaksi tidak berlangsung.

Metoda pengendalian korosi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu metoda kinetika dan metoda termodinamika. Dalam metoda kinetika pengendalian korosi dilakukan dengan memberi hambatan pada interaksi dengan lingkungannya sehingga laju korosinya dapat dikurangi, tetapi kecenderungan untuk terjadinya korosi itu sendiri tidak diselesaikan, sehingga apabila hambatan ditiadakan korosi akan segera berlangsung lagi. Selain dari pada itu apabila jumlah hambatan yang ditambahkan tidak mencukupi maka korosi akan menjadi lebih parah lagi misalnya terjadinya korosi setempat. Salah satu metoda termodinamika adalah proteksi katodik yang diterapkan secara luas.<sup>(1)</sup>

Prinsip proteksi katodik sebenarnya sederhana, yaitu dengan cara memperlakukan struktur logam yang diproteksi sebagai katoda, dengan jalan

mengalirkan arus listrik melalui elektrolit ke logam yang diproteksi. Atas dasar prinsip inilah cara pengendalian korosi dengan teknik proteksi katodik **2.Tinjauan Pustaka**

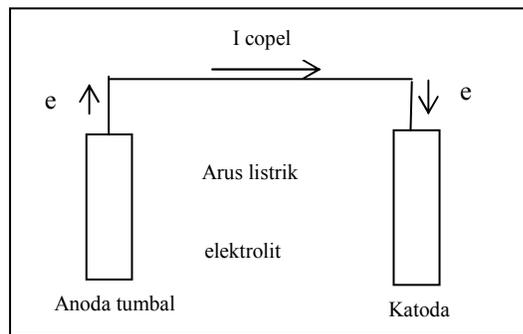
Proteksi katodik merupakan salah satu metoda pengendalian korosi struktur baja dalam lingkungan elektrolit dengan cara memperlakukan struktur logam sebagai katoda. Metoda ini dilakukan dengan jalan mengalirkan arus listrik searah melalui elektrolit ke logam sehingga potensial antarmuka logam-larutan elektrolit turun menuju/mencapai daerah imunnya atau sampai nilai tertentu sehingga laju korosi logam masih diperbolehkan/minimum. Sumber arus listrik searah dapat diperoleh dengan dua cara yaitu : arus

diterapkan dalam praktek, terutama dalam pengendalian baja yang berada dalam elektrolit misalnya tanah basah atau dalam air laut. <sup>(3)</sup>.

listrik searah diperoleh dari sumber luar disebut metoda arus yang dipaksakan (*impressed current*), dan cara kedua arus listrik searah diperoleh dari reaksi galvanik disebut metoda anoda tumbal (*sacrificial anode*). <sup>(6,7,8)</sup>. Logam Al dan Zn dapat digunakan sebagai anoda tumbal, karena potensial korosinya lebih elektronegatif dibanding dengan baja secara spontan memberikan arus listrik searah pada struktur logam yang dilindungi sehingga potensial antar muka logam turun. <sup>(4)</sup>.

Tabel 1. Potensial reduksi untuk reaksi ½ sel <sup>(2)</sup>.

No	Reaksi	Potensial standar ((Volt Vs SHE)
1.	$Al^{+3} + 3 e \rightleftharpoons Al$	-1,662
2.	$Zn^{+2} + 2 e \rightleftharpoons Zn$	-0,763
3.	$Fe^{+2} + 2 e \rightleftharpoons Fe$	-0,440

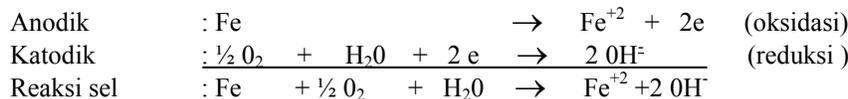


Gambar 1. Prinsip proteksi katodik dengan metode anoda tumbal <sup>(9)</sup>

Pada kedua cara tersebut di atas, akan tercipta suatu sistem rangkaian arus listrik searah dan tertutup. Aliran listrik pada rangkaian luar dihantar oleh elektron, sedang dalam elektrolit dihantar oleh ion. Karena mekanisme dari proteksi katodik adalah proses elektrokimia yang terjadi pada elektroda, maka dapat disimpulkan proteksi katodik hanya mungkin diterapkan bila struktur yang diproteksi dan

anoda berkesinambungan secara elektronik dan elektrolitik.

Proses korosi logam dalam lingkungan basah (*aqueous*) berlangsung secara elektrokimia, sehingga pada permukaan logam yang terkorosi terbentuk daerah daerah yang bersifat anodik dan katodik. <sup>(2,5)</sup>. Sebagai contoh untuk logam besi yang terkorosi dalam larutan air pada pH netral dan teraerasi reaksi selnya sebagai berikut :



Reaksi sel elektrokimia di atas mencakup semua fenomena perpindahan elektron pada antar muka logam - larutan elektrolit yang disebabkan oleh reaksi oksidasi - reduksi, karenanya laju korosi dapat dinyatakan sebagai arus( elektron /satuan waktu, coulomb/detik= ampere ). <sup>(10,11)</sup>.

Pengukuran laju korosi berdasarkan kehilangan berat dapat dinyatakan sebagai besarnya kehilangan berat contoh logam uji persatuan luas permukaan persatuan waktu expos misalnya dlm mills per tahun (mpy) <sup>(2,5)</sup>..Dari data kehilangan berat

contoh ,laju penetrasi dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

Keterangan :

- A = Luas permukaan spesimen  $\text{cm}^2$
- D = Berat jenis spesimen ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
- T = Waktu ekspose (jam)
- W = Kehilangan berat (mgr)

### Kriteria proteksi katodik

Dalam proteksi katodik salah satu cara untuk mengetahui keberhasilan suatu struktur logam terproteksi dengan baik adalah dengan mengamati potensial antarmuka logam yang dilindungi. Beberapa kriteria yang menggunakan parameter potensial antarmuka, khususnya untuk besi atau baja dalam lingkungan air laut, umumnya mengacu ke standard National Assosiation of Corrosion Engineer NACE (R.P 076-1983) tentang "Corrosion Control of Steel,Fixed Offshore Platform Associated with Petroleum Production " yang dapat disarikan sebagai berikut : Proteksi katodik dicapai bila,<sup>(9)</sup>

- (1) Potensial antarmuka logam  $< - 800$  mVolt diukur antara permukaan struktur yang diproteksi dengan elektroda referensi Ag/AgCl jenuh yang dikontakkan dengan elektrolit.
- (2) Potensial diturunkan  $\geq 300$  mV ke arah negatif dari potensial korosi struktur yang dihasilkan dari aplikasi arus proteksi.

$$\text{Laju korosi} = \frac{534 .W}{D .A.T} \text{ mpy}$$

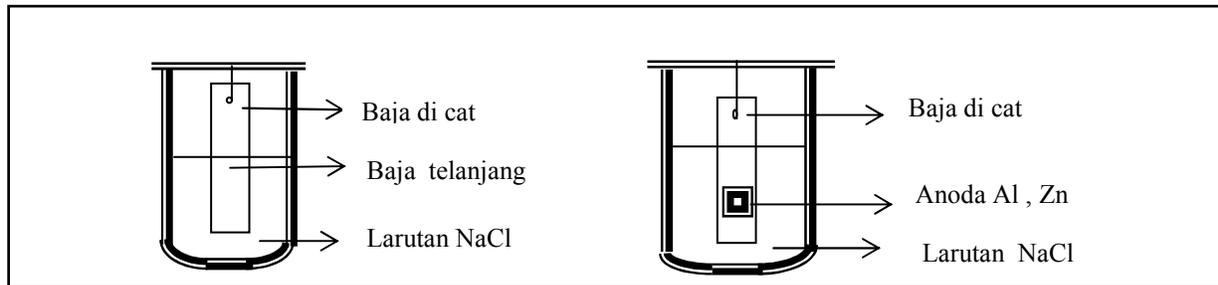
- (3) Bila korosi terkendali oleh suhu lingkungan, maka potensial proteksi dapat didekati dengan menggunakan persamaan Nernst, sedangkan pada lingkungan khusus dan suhu normal berlaku kriteria (1) dan (2).

### 3. Metodologi

Pada penelitian ini sebagai tetapan adalah baja AISI - SAE 1018, dan sebagai lingkungan adalah larutan NaCl 3,5 % dengan peubah sebagai anoda tumbal (*sacrificial anode*) Al dan Zn dan lama waktu kontak 168 s/d 840 jam

#### Pelaksanaan Penelitian

Logam baja AISI SAE 1018 dengan ukuran  $10 \times 3 \times 0,1$  cm diampelas mulai grade 400 s/d 2000 kemudian dicuci dengan aguadest selanjutnya diultrasonic untuk menghilangkan kotoran yang melekat kemudian dicelupkan dalam alkohol dan dikeringkan. Logam yang sudah kering dihubungkan dengan anoda tumbal, selanjutnya dicelupkan dalam 1 lt larutan NaCl 3,5% pada rentang waktu 168 s/d 840 jam dengan panjang logam tercelup 6cm dan yang tidak tercelup dicat (*coting*) Setelah waktu tertentu logam diangkat untuk dianalisa korosinya dengan metode kehilangan berat.



Gambar 2. Skema susunan alat percobaan

### 4. Hasil dan Pembahasan

Serangkaian percobaan dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk mengetahui kinerja anoda Al dan Zn dalam mengendalikan laju korosi baja.

Perhitungan laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat. Sebagaimana yang disajikan dalam tabel 2 ,3 dan 4.

Tabel 2. Laju korosi baja AISI SAE 1018 tanpa anoda tumbal dalam larutan NaCl 3,5%.

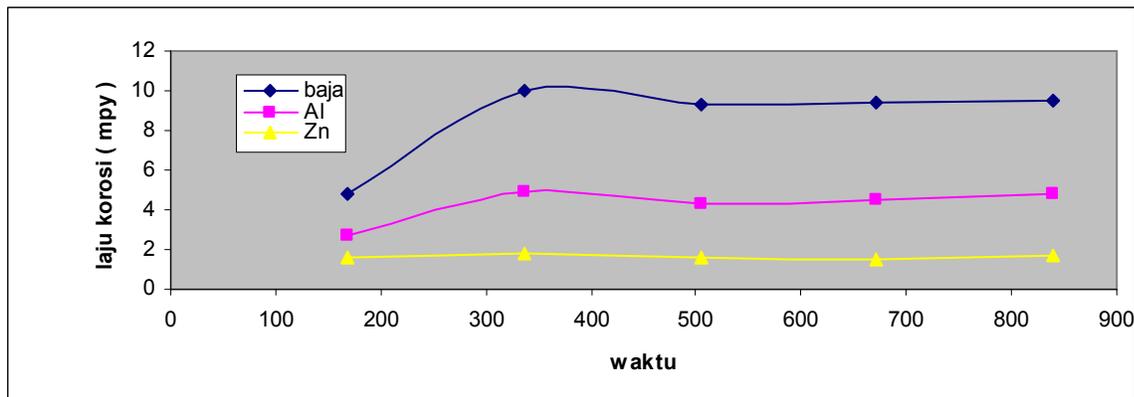
Waktu jam	Berat awal mg	Berat Akhir mg	Kehilangan Berat mg	Laju korosi mpy
168	59.696,4	59.620,7	75,7	4,8094
336	53.623,1	53.298,7	314,4	9,9873
504	53.576,5	53.136,5	440,0	9,3181
672	54.701,9	54.110,9	590,0	9,3715
840	53.054,4	52.310,1	744,3	9,4537

Tabel 3. Laju korosi baja AISI SAE 1018 dengan anoda tumbal Al dalam larutan NaCl 3,5%.

Waktu jam	Berat awal mg	Berat Akhir mg	Kehilangan Berat mg	Laju korosi mpy
168	53.475,2	53.449,7	25,5	1,6201
336	62.063,4	62.006,9	56,5	1,7915
504	61,214,9	61.137,4	77,5	1,6413
672	<u>54.970,7</u>	54.873,3	97,4	1,5470
840	53.190,3	53.057,91	132,39	1,6816

Tabel14. Laju korosi baja AISI SAE 1018 dengan anoda tumbal Zn dalam larutan NaCl 3,5%.

Waktu jam	Berat awal mg	Berat Akhir mg	Kehilangan Berat mg	Laju korosi mpy
168	60.847,2	60.804,50	42,7	2,7128
336	60.547,1	60.394,50	152,7	4,8507
504	62.334,5	62.130,68	203,82	4,3149
672	53.805,3	53.520,42	284,88	4,5232
840	52.832,3	52.457,95	374,35	4,7552



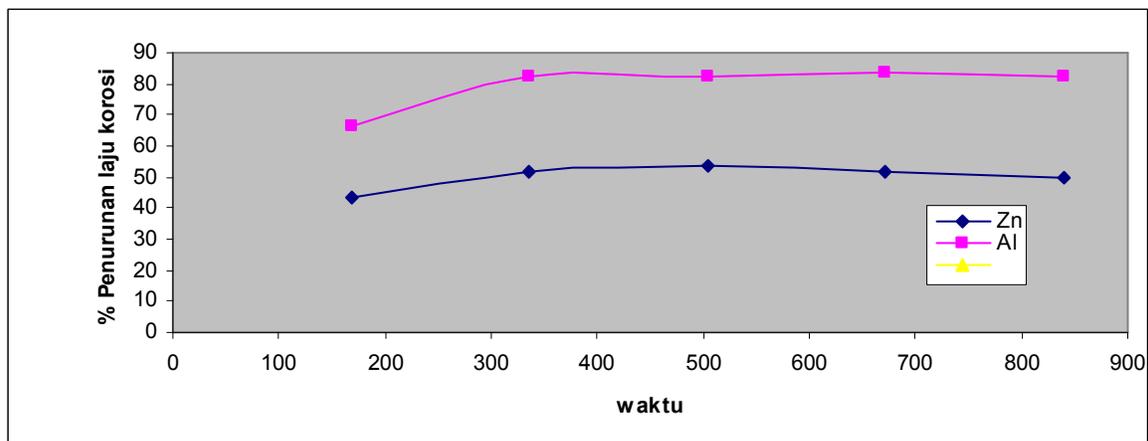
Gambar 3. Laju korosi baja telanjang dan dilindungi Al dan Zn dalam larutan NaCl 3,5% pada rentang waktu 168 s/d 840 jam

Penurunan laju korosi dengan menggunakan anoda tumbal (*sacrificial anode*) Al dan Zn mempunyai kecenderungan yang hampir sama, hal ini disebabkan logam Al dan Zn bertindak sebagai anoda, karena potensialnya yang lebih elektronegatif dibandingkan logam baja. Metode pengendaliannya dilakukan dengan jalan

mengalirkan arus listrik searah melalui elektrolit sehingga potensial antar muka logam - larutan elektrolit turun/menurun ke daerah imunnya atau sampai nilai tertentu dimana laju korosi baja diperbolehkan /minimum. Sumber arus listrik searah diperoleh dari reaksi galvanic dengan logam Al dan Zn

Tabel 5. Persen penurunan laju korosi baja yang diproteksi

No	Waktu (jam)	Laju korosi ( mpy )			% penurunan Dg logam Zn	%penurunan dg logam Zn
		Baja telanjang	Proteksi dg Zn	Proteksi dg Al		
1	168	4,8094	2,7128	1,6201	43,6	66,3
2	336	9,9873	4,8507	1,7915	51,4	82,1
3	504	9,3181	4,3149	1,6413	53,7	82,4
4	672	9,3715	4,5232	1,5470	51,7	83,5
5	840	9,4537	4,7552	1,6816	49,7	82,2



Gambar 4. Persen penurunan laju korosi baja yang dilindungi dengan Al dan Zn dalam larutan NaCl 3,5% pada rentang waktu 168s/d 840 jam

Dari gambar 2 dan 3 dapat disimpulkan pengendalian laju korosi untuk anoda Al dan Zn terlihat perbedaan penurunan laju korosinya, Penurunan laju korosi dengan anoda Al lebih signifikan dibanding anoda Zn, hal ini disebabkan potensial Al lebih elektronegatif dibanding Zn. Data hasil analisis menunjukkan anoda Al mampu penurunan laju korosi baja rata-rata 82% dan logam Zn 50%.

#### Kesimpulan:

Data hasil analisis menunjukkan anoda Al mampu penurunan laju korosi baja rata-rata 82% dan logam Zn 50%.

#### Daftar Pustaka

- Berendsen A.M., 1987 " Ship Painting Manual ", Delf
- Bard A.J. and Faulkner L.R., 1980, " Electrochemical Methods, Fundamental and Application ", John Wiley Sons New York
- Blount F.E., 1989, " Electrochemical Principles of Cathodic Protection Corrosion Control ", NACE vol 10, No 7
- Chawla S.L and Gupta RK, Des 1993., " Material Selection for Corrosion Control ASM International ",
- Fontana G.Mars, 1979 "Corrosion Engineering", Third edition, Mac Graw Hill Book co, New York
- Jones Denny A., 1992, " Principles and Prevention of Corrosion ", Macmillan Publishing company, New York
- Jones D. A., Nov 1972, " Analysis of Cathodic Protection Criteria, Corrosion", NACE, Vol 28, No 11
- Morgan J.H., 1987., " Cathodic Protection ", second edition, Nace

9. NACE Standard Rp-O1-76,1976," Corrosion Control of Steel,Fixed Offshore Platfoms Associated with Petroleum Production",.NACE
10. Prentice.G.,1991.,"Electrochemical Engineering Principles ",Prentice Hall, New Jersey,
11. ScullyJ.C,1975,"The Fundamental of Corrosion " second edition,New York
- 12 Shreir L.L,Jarman.RA.,Burstein .G.T., 1994, "Corrosion Corrosion Control ", Third edition , Newnes