

Proteksi Katodik Dengan Menggunakan Anoda Korban Pada Struktur Baja Karbon Untuk Mengendalikan Laju Korosi

¹Ian Desi Rosalina Situmeang ²Komalasari, ²Evelyn

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Kimia ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
ian.desi@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Pipes that are on land or at sea are generally made of steel which is susceptible to corrosion by the environment. The absence of control of the corrosion system metal structures directly related to the environment will be susceptible to corrosion. Prevention of corrosion in water and in the soil can use the principle of cathodic protection. Cathodic protection is a metal surface protection system by passing adequate direct current to the metal surface and converting all anode areas on the metal surface into cathodic regions. This research aims to study the effect of cathodic protection in controlling the corrosion rate of carbon steel, determine the best immersion time between the cathode and anode and choose the type of anode in its use to protect corrosion. The sample material used are low carbon steel with aluminum and zinc sacrificial anodes. The test solution used was a solution of Sodium Chloride with a concentration of 25,000 ppm then carried out by varying the immersion time of the anode and the cathode which were 10 days, 20 days, and 30 days with the distance of the anode to the cathode which was 3 cm. The results of the study using aluminum and zinc sacrificial anodes obtained the best results with a immersion time of 10 days where the corrosion rate of carbon steel protected by aluminum sacrificial anode was 1.596 mpy with an efficiency of 58.182% while the corrosion rate of carbon steel protected by anodes zinc sacrifice of 2.706 mpy with an efficiency of 29.091%.

Keywords: carbon steel, cathodic protection, corrosion rate, electrode, sacrificial anode

1. Pendahuluan

Dalam lingkungan rekayasa industri terkhusus bidang *engineering construction*, korosi merupakan faktor utama yang mempengaruhi umur panjang pipa yang mengangkut sumber energi penting di setiap negara. Ditinjau dari biaya perawatan di industri kimia dan petrokimia, biaya untuk menanggulangi masalah korosi bisa mencapai 70 sampai 80 persen dari seluruh biaya perawatan. Para ahli dan praktisi cenderung sepakat untuk menetapkan biaya korosi sekitar 3,5 persen dari *Gross National Product*. Beberapa negara telah menghitung biaya korosi skala nasional

dengan cara yang berbeda-beda dimana kisarannya diantara 1,5 – 5,0 persen dari *Gross National Product* (Sasono dkk, 2014).

Berbagai metode pencegahan korosi dilingkungan perairan terus dikembangkan. Salah satunya adalah pemakaian anoda tumbal yang bekerja berdasarkan prinsip proteksi katodik. Proteksi katodik adalah sistem perlindungan permukaan logam dengan cara melakukan arus searah yang memadai kepermukaan logam dan mengkonversikan semua daerah anoda di permukaan logam menjadi daerah katodik.

Pemakaian anoda korban mempunyai kelebihan diantaranya lebih sederhana, stabil dan biaya perawatan yang lebih rendah (Afriani dkk, 2014).

2. Landasan Teori

Korosi didefinisikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Trehewey dan Chamberlain, 1991).

Suatu korosi dapat terjadi apabila memiliki syarat-syarat sebagai berikut (Afriani dkk, 2014) :

1. **Anoda**
a, tempat terjadinya reaksi oksidasi dimana ion negatif berkumpul. Anoda biasanya terkorosi dengan melepaskan elektron-elektron dari atom-atom logam netral untuk membentuk ion-ion.
2. **Katoda**
da, tempat terjadinya reaksi reduksi dimana ion positif berkumpul Pada katoda biasanya tidak mengalami korosi, walaupun demikian mungkin menderita kerusakan dalam kondisi – kondisi tertentu.
3. **Elektrolit**
rolit adalah larutan yang mempunyai sifat menghantarkan listrik. Elektrolit dapat berupa larutan asam, larutan basa dan larutan garam. Larutan elektrolit mempunyai peranan penting dalam korosi logam karena larutan ini dapat menjadikan kontak listrik antara anoda dan katoda.
4. **Sambungan logam**, antara anoda dan katoda harus ada sambungan logam untuk hubungan listrik agar arus dalam sel korosi dapat mengalir.
Proteksi katodik adalah sistem perlindungan permukaan logam dengan cara melakukan arus searah yang memadai ke permukaan logam dan mengkonversikan semua daerah anoda di permukaan logam menjadi daerah katoda. Sistem ini hanya efektif untuk

sistem – sistem yang terbenam dalam air atau di dalam tanah. Sistem perlindungan ini telah berhasil mengendalikan proses korosi untuk kapal-kapal laut, struktur pinggir pantai, instalasi pipa dan tangki bawah tanah atau laut dan sebagainya.

Ada dua jenis proteksi katodik, yaitu dengan metoda anoda korban (*sacrificial anode*) dan dengan metoda arus tanding (*impressed current*). Prinsip dari proteksi katodik dengan sistem anoda korban adalah memperlakukan logam yang akan dilindungi sebagai katoda dengan cara menghubungkan logam tersebut dengan logam yang memiliki potensial lebih rendah. Logam yang memiliki potensial yang lebih rendah ini akan berfungsi sebagai anoda sehingga disebut sebagai anoda korban (Abdoel G, 2011).

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah anoda korban Al dan Zn dengan ukuran 3 cm x 4 cm x 0,04 cm, baja karbon ASTM A36 dengan ukuran 3 cm x 4 cm x 0,17 serta bahan kimia yang dipakai adalah etanol 96%, Natrium Klorida p.a dan aquades.

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beaker gelas 500 ml, neraca analitik, amplas halus, kertas label, tissue roll, oven, desikator, bahan isolator (kayu), aluminium foil dan kawat baja penghubung anoda dan katoda.

3.3 Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap yaitu jenis katoda, ukuran katoda, ukuran anoda, jumlah anoda serta jarak anoda ke katoda yaitu 3 cm dan jenis media korosi yaitu NaCl 25.000 ppm sedangkan variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis anoda yaitu dua buah logam Al dan dua buah logam Zn, serta waktu perendaman

yaitu 10 hari, 20 hari dan 30 hari.

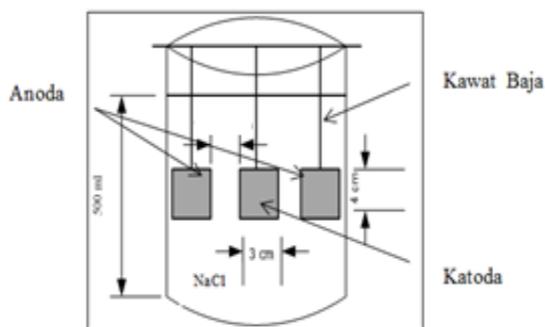
3.4 Prosedur Penelitian

1. Persiapan Spesimen Anoda Korban dan Katoda Baja Karbon

Spesimen katoda berupa baja karbon dalam bentuk plat dengan ukuran 3 cm x 4 cm x 0,17 cm dan anoda korban Al dan Zn dalam bentuk plat dengan ukuran 3 cm x 4 cm x 0,04 cm, pada setiap spesimen diberi lubang berdiameter 0,5 cm. Spesimen baja karbon di amplas dan anoda korban dibersihkan menggunakan etanol 96%, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama ± 15 menit selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator untuk mengisolasi spesimen dari pengaruh uap air yang ada di lingkungan kemudian di timbang berat awalnya (W_0).

2. Melakukan Pengujian Korosi

Pengujian korosi dilakukan dengan metode uji celup pasangan anoda dan katoda yang dihubungkan dengan kawat baja dengan jarak antara anoda dan katoda 3 cm. Spesimen kemudian dilakukan perendaman selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari dalam larutan Natrium Klorida 25.000 ppm, kemudian spesimen dicuci dengan etanol 96% dan dikeringkan dalam oven selanjutnya didinginkan dalam desikator. Setelah spesimen telah dingin kemudian di timbang dengan menggunakan neraca analitik sebagai berat akhirnya (W_f). Kehilangan berat dari spesimen (W) dipakai menjadi untuk perhitungan laju korosinya (ASTM G1-90, 1999).



Gambar 1. Rangkaian Alat

3. Cara Analisa

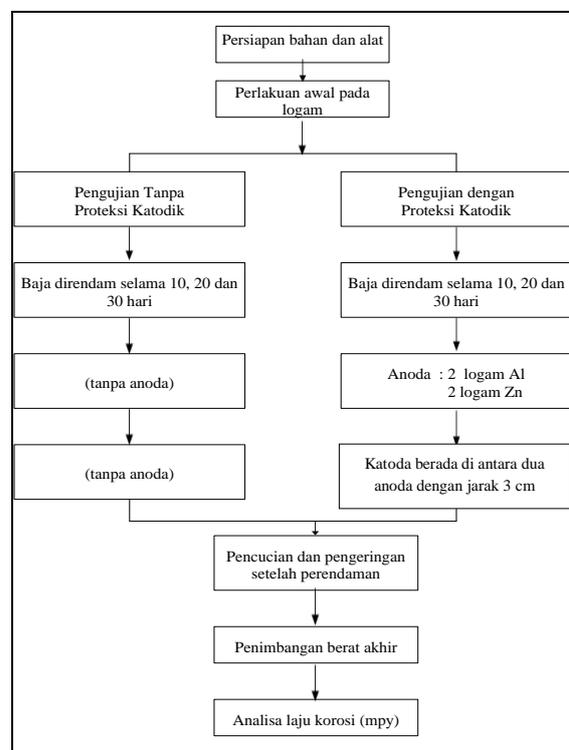
Rumus untuk menghitung laju korosi berdasarkan berat sampel spesimen korosi yang hilang (NACE Standard, 2005):

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{W \times 365 \times 1.000}{A \times \rho \times \text{total hari} \times (2,54)^3}$$

Dimana:

- CR = Corrosion Penetration Rate (mpy)
- W = Berat yang hilang (gr)
- D = Densitas Baja Karbon (gr/cm^3)
- A = Luas permukaan logam (in^2)
- T = Waktu atau lama korosi (hari)
- 365 = Lama hari dalam satu tahun

3.5 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Proses

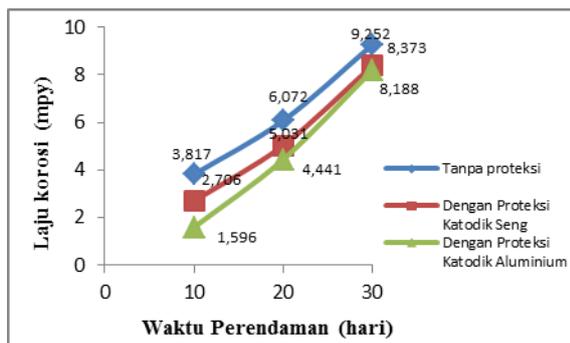
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Laju Korosi Tanpa Proteksi Katodik

Hasil uji celup terhadap baja karbon tanpa proteksi anoda korban yang diuji pada media larutan Natrium Korida

selama 30 hari menunjukkan adanya kehilangan berat dan laju korosinya sebesar 9,252 mpy. Hal ini disebabkan tingginya garam-garam terlarut menyebabkan kenaikan konduktivitas larutan garam (Adiyanti dan Budi, 2011), baja akan mengalami korosi karena adanya ion Cl^- dimana ion Cl^- akan memecah lapisan pasif pada baja karbon atau mencegah pembentukan lapisan pasif pada baja karbon (Novita, 2018).

4. 2 Laju Korosi Dengan Proteksi Katodik Anoda Korban



Gambar 3. Grafik perbandingan waktu perendaman terhadap laju korosi baja karbon pada jarak antar elektroda 3 cm

Baja karbon yang diproteksi dengan anoda korban memiliki kehilangan berat yang lebih sedikit dibandingkan baja karbon yang tidak diproteksi anoda korban sehingga dapat dilihat laju korosinya lebih lambat bila dibandingkan dengan laju korosi yang tanpa diproteksi. Pada Gambar 3 laju korosi dengan waktu perendaman sampel 10 hari, 20 hari dan 30 hari tanpa proteksi katodik sebesar 3,817 mpy, 6,072 mpy dan 9,252 mpy. Dengan menggunakan anoda korban seng dengan waktu perendaman yang sama yaitu 10 hari, 20 hari dan 30 hari laju korosinya masing-masing 2,706 mpy, 5,031 mpy dan 8,373 mpy sedangkan dengan menggunakan proteksi katodik anoda korban aluminium dengan laju korosi yang didapatkan berturut-turut adalah sebesar 1,596 mpy, 4,441 mpy dan 8,188 mpy. Hal ini menunjukkan pengaruh dari lama waktu

perendaman spesimen, semakin lama waktu perendaman spesimen maka laju korosinya semakin tinggi hal ini disebabkan karena belum sampainya laju korosi hingga pada suatu titik tertentu dimana belum mencapai titik kritisnya, hingga laju korosi menjadi cenderung konstan (Ali dkk, 2014).

Anoda korban Seng tidak begitu efektif untuk perlindungan dengan jarak dikarenakan energi yang dihasilkan oleh anoda korban tidak efektif yang berpengaruh terhadap mobilitas ion menjadi semakin rendah melewati elektrolit dan pengaruh dari tahanan kawat baja penghubung elektroda sehingga daya hantar listriknya semakin rendah (ilham dkk, 2015).

Efisiensi laju korosi dihitung dengan mengurangi laju korosi baja karbon yang tanpa di proteksi dengan laju korosi baja karbon yang diproteksi dengan anoda korban terhadap laju korosi baja karbon tanpa diproteksi sehingga diperoleh efisiensi terbaik pada waktu perendaman 10 hari dimana efisiensi menggunakan anoda korban seng sebesar 29,091% sedang menggunakan anoda korban aluminium efisiensi sebesar 58,182%. Anoda korban aluminium lebih baik daripada anoda korban seng, hal ini sesuai dengan teori Denny (1992) dimana potensial korosi anoda harus lebih negatif terhadap logam yang dilindungi untuk mendorong arus proteksi yang melalui elektrolit. Dalam transfer arus galvanik, anoda yang memiliki potensial lebih negatif memiliki kinerja yang lebih baik dalam melindungi katoda (Ilham dkk, 2015).

5. Kesimpulan

Efisiensi laju korosi pada baja karbon yang diproteksi oleh anoda korban seng sebesar 29,091% sedangkan dengan menggunakan anoda korban aluminium sebesar 58,182%. Kinerja anoda korban aluminium lebih efektif untuk melindungi baja karbon dari serangan korosi dibandingkan anoda korban seng. Pada waktu perendaman 10 hari efisiensi yang dihasilkan lebih baik dan semakin lama

waktu perendaman maka semakin banyak kehilangan berat katoda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoel, G. 2011. Rancangan Dasar Perhitungan Proteksi Katodik Dengan Menggunakan Anoda Korban pada Struktur Baja Anjungan Minyak di Lingkungan Air Laut. *Majalah LPL*. 1(45): 82.
- Adiyanti Y.R dan Budi A.K. 2011. Pengaruh Temperatur Dan Ph Terhadap Karakterisasi Korosi Baja BS 970 Di Lingkungan CO₂. *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*. 1-7.
- Afriani, F. Komalasari, dan Zultiniar. 2014. Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi. *Jurnal Universitas Riau*. 1(2) : 1-2.
- ASTM G1-90. 1999. *Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Spesimens*. Reapproved. United States.
- Denny A.J. 1992. *Principles and Prevention of Corrosion*. Macmillan Publishing Company,inc. New York.
- Ilham, R., Komalasari, dan Rozanna S.I. 2015. Proteksi Katodik dengan Menggunakan Anoda Korban pada Struktur dalam Larutan Natrium Klorida. *Jurnal Universitas Riau*. 2(2) : 1-2.
- NACE Standard RP0775. 2005. *Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*. No 21017. Houston.
- Novita, S. 2018. Analisis Laju Korosi Dan Kekerasan Pada *Stainless Steel* 304 Dan Baja Nikel Laterit Dengan Variasi Kadar Ni (0, 3 dan 10% Ni) Dalam Medium Korosif. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sasono, E.J., Sulaiman., Seno Darmanto., dan Edy Supriyo. 2014. Analisa Perbandingan Laju Korosi Lambung Kapal Dengan Aplikasi Paduan Aluminium. *Jurnal Universitas Diponegoro*. 1(9): 28-34.
- Trethewey, K.R dan Chamberlain. 1991. *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasa*. PT. Gramedia Pustaka.Jakarta.