



SISTIM PROTEKSI ANODA KORBAN TIANG PANCANG PIPA BAJA JEMBATAN

Kgs. Ahmad Abdurrohim

RINGKASAN

Hampir semua jembatan rangka baja yang dibangun oleh Bina Marga sejak tahun 1970, menggunakan pondasi tiang pancang pipa baja. Sebagian besar struktur berada di dalam tanah dan air, karena itu lebih banyak kesulitan untuk mendeteksi perkembangan karat pada struktur tiang pancang pipa baja. Berbeda dengan bangunan atas rangka baja yang satu atau dua komponen rangka baja putus jembatan masih dapat bertahan; tetapi bila satu atau dua tiang pancang pipa baja yang putus, maka akan berakibat fatal seluruh jembatan. Untuk mengantisipasi kemungkinan putus akibat korosi, maka telah dilakukan penelitian salah satu sistem proteksi yaitu dengan proteksi katodik anoda korban. Lokasi penelitian yaitu pada beberapa jembatan rangka baja, diantaranya jembatan Telolama km. 4.00 Ujung Pandang, jembatan Landak km. 2.00 Pontianak, jembatan Muara Angke pada tol Cengkareng. Proteksi didesain untuk umur sampai dengan 10 tahun. Hasil monitoring menunjukkan bahwa sistim proteksi dapat bekerja dengan baik.

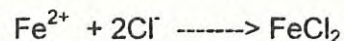
SUMMARY

Almost all steel truss bridges have already been built Bina Marga since the year 1970, used pipe pile foundation. Part of it, there are in water and soil that is why it is more difficult to follow the corrosion deterioration on pipe pile foundation. It is different with superstructure of steel truss where one or two steel component are destructed, the bridge is still exist, but if one or two steel pipe pile is broken due to corrosion, the bridge can be fall down. To anticipate this destruction, it have already make research one of the system of cathodic protection is the sacrifice anode. The research location is on some steel truss bridges among the thing Tello Lama bridge km 4.00 Ujung Pandang, Landak bridge km 2.00 Pontianak, Muara Angke bridge at Cengkareng toll road. The cathodic protection system was designed 5 - 10 years old. The monitoring data survey show that the system is still work.

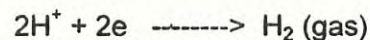
I. PENDAHULUAN

Proses korosi tiang pancang pipa baja dapat terjadi pada lingkungan air laut dan air sungai yang merupakan larutan elektrolit. Pada permukaan tiang pancang dapat terjadi perbedaan potensial akibat dari ketidakseragaman permukaan logam atau ketidakseragaman elektrolit. Perbedaan potensial ini menimbulkan arus elektron dari bagian yang punya potensial tinggi (disebut anoda) ke bagian yang punya potensial rendah (disebut katoda).

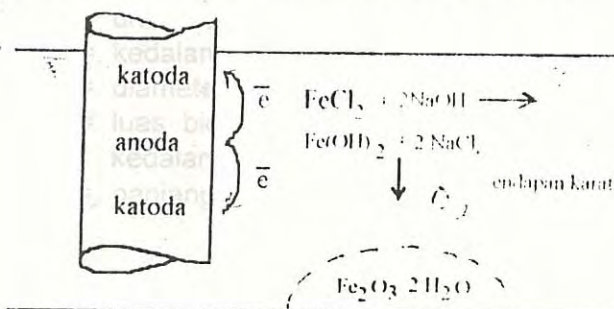
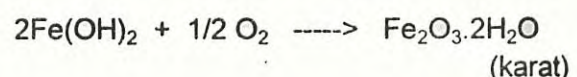
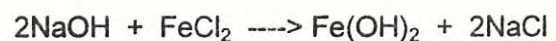
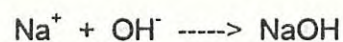
Proses korosi terjadi sebagai berikut. Mula-mula baja larut dalam air laut menjadi Fe^{2+} dan elektron negatif yang tertinggal akan mengalir ke bagian katoda. Pada permukaan tiang pancang bagian anoda terjadi reaksi kimia :



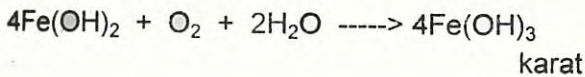
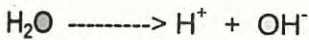
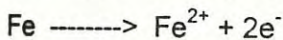
Dan pada bagian katoda terjadi reaksi kimia :



Selanjutnya diikuti dengan reaksi-reaksi :



Proses korosi ini dapat juga terjadi pada lingkungan air sungai yang elektrolit.



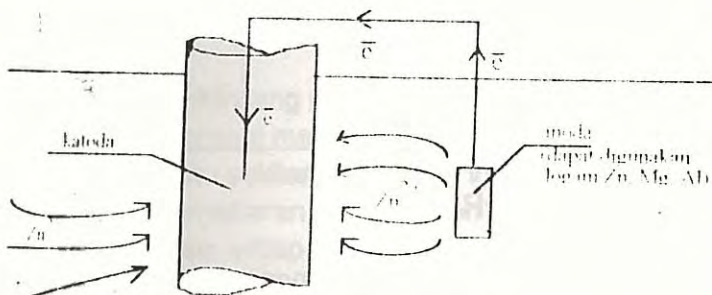
Karat ini akan berlangsung terus selama terdapat oksigen yang larut dalam air.

II. KERANGKA PEMIKIRAN

Adanya aliran elektron negatif akan dimanfaatkan untuk menekan unsur Fe^{2+} yang larut. Akibatnya selama aliran elektron negatif ini mengalir sempurna ke permukaan bagian tiang pancang dalam air atau tanah basah, maka tidak akan terjadi reaksi kimia proses korosi. Proses ini dimaksudkan untuk melindungi bagian tiang pancang pipa baja dalam air atau tanah basah terhadap kerusakan akibat korosi. Hasil penelitian ini merupakan suatu teknologi yang akan dikembangkan untuk melindungi terhadap kerusakan akibat korosi tiang pancang pipa baja jembatan rangka baja yang tersebar di seluruh kepulauan Indonesia.

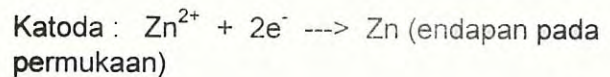
III. PROTEKSI KATODIK

Sistim proteksi yang digunakan adalah anoda korban. Proses terjadinya proteksi dapat digambarkan sebagai berikut.



Logam yang dikorbankan (anoda) harus mempunyai potensi listrik (electrical potential) lebih negatif dari logam yang diproteksi, supaya

terjadi aliran elektron dari anoda ke katoda. Aliran elektron ini akan berlangsung terus sampai logam anoda yang dikorbankan habis untuk dipakai menutupi permukaan logam katoda (tiang pancang pipa baja). Pada anoda dan katoda terjadi reaksi :



Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses proteksi katodik yaitu :

1. Luas permukaan tiang pancang pipa baja yang akan diproteksi. Makin luas permukaan, makin banyak anoda yang digunakan.
2. Beda potensial listrik antar anoda dan katoda. Makin besar perbedaan, makin besar arus proteksi dari anoda ke katoda.
3. Logam dan ukuran anoda. Makin panjang logam anoda, makin kecil tahanan anoda berarti makin sedikit penggunaan logam anoda. Makin kecil ukuran logam anoda makin besar tahanan anoda berarti makin banyak penggunaan logam anoda.
4. Kepadatan media cairan penghantar listrik dan temperature. Makin tinggi temperatur, makin berkurang kepadatan cairan (resistivity) yang akan mempengaruhi penggunaan logam anoda. Makin tinggi resistivity makin diperlukan beda potensi listrik yang besar.

Sebagai contoh dicantumkan data perencanaan proteksi katodik jembatan Tello lama.

1. Luas permukaan tiang pancang pipa baja yang diproteksi.

	Bagian terendah dalam air (m2)	Bagian terendah dalam tanah (m2)
Pilar 1	79,10	290,08
Pilar 2	52,75	316,54
Pilar 3	26,32	342,86

2. Data teknik air sungai
 - Resistivity 40 ohm cm

- Arus proteksi dalam air 80 ma/m²
- Arus proteksi dalam tanah 20 ma/m²

3. Beda potensi listrik

Dalam hal ini digunakan logam anoda Zn karena resistivity air sungai 40 ohm cm berarti < 500 ohm cm. Untuk arus proteksi digunakan -0,85 atau kurang vs reff cell Cu/CuSO₄.

4. Spesifikasi logam Zn anoda adalah

- Type : Zinc Tank Anoda Z810
- Ukuran : 150 x 9 x 9 cm
- Berat : 81 kg
- Kapasitas : 780 Amper, Jam/kg
- Potensial : -1,10 volt vs Cu/CuSO₄

Dengan data-data teknik dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

* Anoda resistance

Dapat dihitung dari grafik dengan menggunakan 40 % terpakai dari penampang anoda ---> anoda resistance = 0,09 ohm.

* Anoda output

Diperoleh dari selisih potensi listrik dibagi anoda resistance

$$\frac{1,10 - 0,80}{0,09} = 3,33 \text{ Ampere}$$

* Arus proteksi

Dapat dihitung dari luas permukaan yang diproteksi dan arus proteksi dibagi 1000.

$$\text{Dalam air : } \frac{79,10 \times 80}{1000} = 6,33 \text{ Ampere pilar 1}$$

$$\text{Dalam tanah : } \frac{290,08 \times 20}{1000} = 5,80 \text{ Ampere pilar 1}$$

* Berat Zn anoda

Untuk perhitungan ini dibutuhkan umur desain, dalam hal ini sesuai dengan permintaan yaitu umur desain 4 tahun.

$$\text{Dalam air : } \frac{79,10 \times 80 \times 4 \times 8760}{1000 \times 780} = 284 \text{ kg pilar 1}$$

$$\text{Dalam tanah : } \frac{290,08 \times 20 \times 4 \times 8760}{1000 \times 780} = 261 \text{ kg pilar 1}$$

* Jumlah Zn anoda minimum

$$\text{Dalam air : } \frac{80 \times 79,10}{1000 \times 3,33} = 1,9 \sim 2 \text{ buah pilar 1}$$

$$\text{Dalam tanah : } \frac{20 \times 290,08}{1000 \times 3,33} = 1,7 \sim 2 \text{ buah pilar 1}$$

* Jumlah Zn anoda dipasang

- Untuk bagian pilar 1 dalam air direncanakan 4 buah.
- Untuk bagian pilar 1 dalam tanah direncanakan 3 buah.
- Kontrol berat Zn anoda yang dibutuhkan = 284 + 261 = 545 kg yang dipasang = 4 x 81 + 3 x 81 = 567 kg > 545 kg

- Kontrol arus proteksi

Pilar 1	Dibutuhkan (Amper)	Dipasang (Amper)
1. Bagian dalam air	6,33	4 x 3,33 = 13,32
2. Bagian dalam tanah	5,80	3 x 3,33 = 9,99

IV. MONITORING

Sistem proteksi ini mudah dimonitor yaitu dengan melakukan pengukuran beda potensi listrik antara anoda dan katoda. Bila terdapat perbedaan -0,85 atau lebih negatif, aliran elektron dari anoda ke katoda berlangsung sempurna berarti bagian

tiang pancang dalam air dan dalam tanah masih diselimuti oleh lapisan Zn dan proses karat tidak terjadi.

Hasil monitoring terhadap tiang pancang pipa jembatan Tello Lama km 4.00 Ujung Pandang :

- Pada pilar 1
- Resistivity air sungai 20 ohm cm

1	2	3	4	5
9	8		7	6
10	11	12	13	14

No. Tiang Pancang Pipa Baja	Beda Potensial Listrik	No. Tiang Pancang	Beda Potensial Listrik
1	-1.086	8	-0.963
2	-1.041	9	-0.985
3	-0.987	10	-0.983
4	-1.019	11	-0.984
5	-0.995	12	-0.972
6	-0.976	13	-0.956
7	-1.017	14	-1.015

V. PEMBAHASAN

Dari data hasil monitor terhadap perencanaan sistim proteksi katodik anoda korban, dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut :

1. Data beda potensi listrik

Dari tiang pancang pipa baja No 1 sampai dengan No. 14, ternyata mempunyai angka yang hampir merata yaitu sekitar -1,000. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran arus elektron dari anoda ke katoda pada setiap tiang pancang pipa baja mempunyai distribusi merata yang berarti proses galvanis Zn terhadap seluruh permukaan tiang pancang di dalam air atau di dalam tanah menghasilkan tebal selaput pelindung yang merata.

2. Angka beda potensi listrik yang diharapkan maksimal -0,85 Volt.

Hasil monitor ternyata lebih negatif dari -0,85 Volt, artinya arus proteksi lebih besar dari yang diharapkan berarti proses proteksi berlangsung lebih baik.

3. Posisi dan letak Zn anoda

Dengan penyebaran arus elektron yang merata sesuai dengan butir 1, hal ini menunjukkan desain posisi dan letak Zn anoda terhadap tiang pancang yang diproteksi cukup baik.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Hasil monitor terhadap perencanaan proteksi katodik anoda korban menunjukkan bahwa sistim proteksi ini sudah dapat dilaksanakan dengan baik.
2. Sistim ini memanfaatkan beda potensi listrik dari logam yang dikorbankan (anoda) dengan logam yang diproteksi (katoda). Berarti aliran elektron dibangkitkan di dalam sistim itu sendiri. Jadi selama masih ada logam anoda yang dikorbankan maka sistim dapat berlangsung berarti proteksi berjalan dengan baik.
3. Sistim ini tidak lepas dari rangkaian desain logam anoda korban, karena itu sistim ini harus dilindungi terhadap tangan-tangan jahil maupun benturan dari lalu-lintas air.

6.2. Saran

1. Mengingat program Bina Marga di masa mendatang akan membangun lebih banyak lagi jembatan rangka baja, disarankan supaya teknologi sistim proteksi ini dapat diterapkan.

2. Khususnya jembatan rangka baja type CH yang berumur rata-rata di atas 15 tahun, disarankan supaya mulai diprogramkan proteksi tiang pancang pipa baja terhadap kerusakan akibat korosi.

DAFTAR PUSTAKA

1. LL Shreir; Corrosion Vol 2.
2. Gosta Wranglen; An Introduction to Corrosion and Protection of Metals.
3. Fakultas Teknik UI; Penelitian Pengaruh Media Korosi Terhadap Kecepatan Korosi dan Cara Pencegahan Korosi Pada

Konstruksi Baja Jembatan. Laporan kerja sama antara Direktorat Penyelidikan Masalah Tanah dan Jalan dengan Jurusan Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

4. Ir. Irman Nurdin; Proteksi Katodik untuk Tiang Pancang Pipa Baja Jembatan.
5. Ir. KGS Ahmad; Laju Korosi Seng Galvanis pada Rangka Baja Jembatan.

Penulis :

Ir. Kgs. Ahmad Abdurrohman, Ajun Peneliti Bidang Konstruksi Bangunan Pelengkap Jalan, Pusat Litbang Jalan

