



LAPORAN PENELITIAN

**OPTIMASI SISTEM PERLINDUNGAN KOROSI DENGAN METODE
PERLINDUNGAN ANODA KORBAN UNTUK STRUKTUR TIANG
PANCANG PIPA BAJA BANGUNAN DERMAGA
MELALUI PEMODELAN SKALA LABORATORIUM**

Oleh
**Ir. Sulistyo , MT
Rusnaldy,ST**

**Biaya Oleh Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
Tahun Anggaran 2002**

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
OKTOBER, TAHUN 2002

UPT-PUSTAK-UNDIP

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA DAN KAJIAN WANITA**

1. a. Judul Penelitian : Optimasi Sistem Perlindungan Korosi Dengan Metode
Perlindungan Anoda Korban Untuk Struktur Tiang Pancang Pipa
Baja Bangunan Dermaga Melalui Pemodelan Skala Laboratorium
- b. Kategori Penelitian : I/II/III
-
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. Sulisty, MT
- b. Jenis Kelamin : L/P
- c. Pangkat/Golongan/NIP : Penata/IIIC/ 131 932 054
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Fakultas /Jurusan : Teknik/T. Mesin
- f. Universitas : Diponegoro
- g. Bidang ilmu yang diteliti : Material Teknik
-
3. Jumlah Tim Peneliti : 2 orang
-
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Metalurgi Fisik –T.Mesin FT UNDIP
-
5. Bila penelitian ini merupakan peningkatan kerjasama kelembagaan sebutkan
- a. Nama Instansi :-
- b. Alamat :-
-
6. Jangka Waktu Penelitian : 8 bulan
-
7. Biaya yang dibelanjakan : Rp. 6.000.000,- (Enam Juta Rupiah)
-

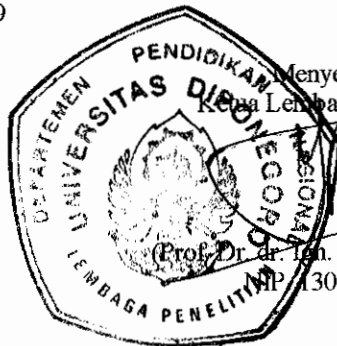


Mengetujui,
Dekan
Fakultas Teknik UNDIP Semarang

(Ir. Sriwoko Wahyuni, MS)
NIP. 131 898 929

Semarang, Oktober 2002
Ketua Peneliti,

(Ir. Sulisty, MT)
NIP. 131 932 054

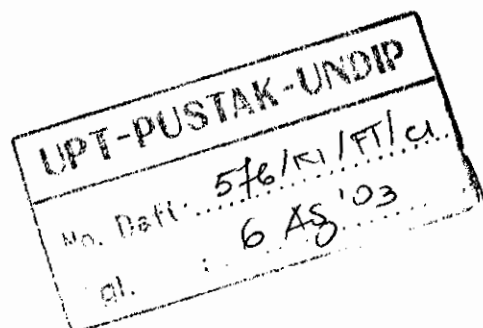


Menyetujui,
Kepala Lembaga Penelitian

(Prof. Dr. Ir. Len. Riwanto, Sp.BD)
NIP. 130 529 454

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|------------------------------------|---------|
| LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN | ii |
| RINGKASAN DAN SUMMARY | iii |
| PRAKATA | iv |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 2 |
| III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 8 |
| IV. METODE PENELITIAN | 9 |
| V. HASI DAN PEMBAHASAN | 12 |
| VI. KESIMPULAN DAN SARAN | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA | 27 |
| LAMPIRAN | 28 |



RINGKASAN

Perlindungan korosi katodik ada dua macam yaitu perlindungan korosi katodik dengan anoda korban dan perlindungan katodik arus terpasang. Perlindungan korosi ini merupakan perlindungan pada katoda sehingga serangan korosinya terhambat.

Tiang pancang dermaga pada umumnya terbuat dari besi beton dan pipa baja. Bila tiang pancang terbuat dari baja maka baja akan mudah terserang korosi karena berada pada lingkungan yang korosif air laut. Disamping terkena serangan korosi tiang pancang juga menerima beban dari luar yang berupa beban dermaga dan beban bongkar muat di dermaga. Dengan demikian tiang pancang harus mampu mendukung kedua beban tersebut.

Serangan korosi sangat membahayakan konstruksi bila tidak dikendalikan, serangan lambat tetapi tidak kelihatan lambat laun dapat merobohkan konstruksi itu sendiri. Tiang pancang dermaga yang terserang korosi dapat berupa korosi sumuran maupun korosi merata. Dengan adanya luka pada tiang pancang akibat korosi dan menerima beban dari luar maka akan meningkatkan konsentrasi tegangan pada tiang pancang sehingga akan menurunkan kemampuan mendukung beban.

Penelitian yang dilakukan dengan memodelkan tiang pancang dermaga dalam skala laboratorium, tiang pancang yang dimodelkan terbuat dari baja St 40 dengan diameter 10 mm dan panjang tiang 20 cm. Tiang diletakkan pada ember dan berdiri kokoh dengan bantuan baut pengikat. Bak diisi dengan media elektrolit dengan variasi air suling, air sumur, air payau serta air laut.

Perlindungan tiang pancang dari serangan korosi dilakukan dengan menempatkan anoda korban yang berupa material seng (Zn). Posisi material Zn direkatkan dengan tiang pancang pada bagian yang tercelup media elektrolit, pada bagian permukaan elektrolit (splash zone) dan dibagian atas permukaan air. Pemilihan Zn sebagai anoda korban karena Zn mempunyai tegangan korosi yang lebih negatif sehingga akan terserang korosi lebih dulu dibanding baja St 40.

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa serangan korosi pada baja yang paling besar terjadi pada daerah permukaan. Pada permukaan ini reaksi korosi berlangsung cepat karena konsentrasi oksigen lebih banyak.

Media yang paling mudah menyerang korosi adalah air laut. Kondisi ini karena air laut banyak mengandung zat-zat yang terlarut dengan ion klorida 17191 mg/L, sedang air payau 4107,42 mg/L.

Posisi efektif penempatan anoda korban pada tiang pancang dari 3 posisi yang dipasang pada daerah yang tercelup, pada bagian permukaan dan diatas permukaan air adalah pada daerah daerah permukaan (splash zone)

Kebutuhan Zn secara teoritis dibandingkan dengan hasil penelitian lebih besar yang teoritis dengan perbedaan yang sangat menyolok. Secara eksperimen 0,955 kg/m²/th sedangkan kebutuhan teoritis 2,79 kg/m²/th. Kebutuhan teoritis hampir mencapai 3 kali atau 300 %.

Adanya beban luar pada lingkungan korosif maka kebutuhan anoda korban meningkat. Besarnya laju korosi pada tiang pancang berbeban dan tidak berbeban peningkatannya 200 % lebih besar pada tegangan sekitar 2600 kg/m².

Perlindungan korosi baja dengan metode anoda korban Zn sangat efektif dengan laju korosi masih dibawah 0, 5 mm /th dan dikatakan bahwa perlindungan masih kondisi baik.

Summary

Column support in structure pier is always contact with corrosive media. This condition needs treatment to protect corrosion. The way to protect the corrosion is using cathodes protection with sacrificial anode.

The material that used to protect steel column support is zing. The zing material can used as sacrificial anode because it has potential corrosive more negative. Beside column support attacked corrosion, the column must support external load from its structure and other load as truck, container and so on. Thus column receive double load. This condition must be known characteristic of the load especially to know behavior of load corrosion so the column can support load long period.

The research that was done is collection of information about characteristic position of sacrificial anode at the column support and number sacrificial that's needed. The position of zing at the column can effect the rate of the corrosion of the column.

To know the behavior of pier structure, the research made the prototype pier structure at laboratory. At the laboratory was done installation of zing at the prototype column and column was installed at plastic chink that filled with corrosive media as sea water.

Result research show that the position of zing optimum at splash zone. In this area the reaction of corrosion was attacked more aggressive because in this area is more contains of oxygen.

Beside position of zing, the research show that the need of sacrificial anode increase with the load of column. The increase can achieve 200 % at load 2600 kg/m² compare without load. This condition will be affected with sacrificial anode need.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah swt sehingga penelitian dengan judul Optimasi Sistem Perlindungan Korosi Dengan Metode Perlindung Anoda Korban Untuk Struktur Tiang Pancang Pipa Baja Bangunan Dermaga Melalui Pemodelan Skala Laboratorium dapat terlaksana dengan lancar

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik Jurusan Teknik Mesin dan Laboratorium Proses Jurusan T. Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Di laboratorium Metalurgi Kegiatan penelitian meliputi pembuatan model alat, pengambilan data laju korosi dan pemeriksaan metalografi, sedangkan di Lab. Proses T. Kimia dalam menguji kualitas air sebagai media elektrolit.

Penelitian ini merupakan langkah awal dalam mengkaji perlindungan korosi dengan metode anoda korban yang memanfaatkan material seng (Zn) sebagai anoda korban dan mudah-mudahan penelitian ini dapat dikembangkan tidak pada pemodelan tiang pancang dermaga, tetapi dapat dimanfaatkan pada konstruksi jembatan antar pulau, konstruksi rig pengeboran minyak lepas pantai dan yang lain. Disamping itu juga dapat divariasikan material lain sebagai anoda korban sehingga diperoleh informasi material yang mudah dipakai dan murah serta berfungsi dengan baik.

Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, lembaga penelitian Undip yang telah mendorong dan mengoreksi proposal sehingga dapat dibiayainya penelitian, rekan sejawat baik satu jurusan maupun jurusan T. Kimia serta teknisi yang telah mendukung untuk memperoleh data dan memperlancar penelitian.

Akhir kata tiada gading yang tak retak, penelitian ini masih memerlukan kajian yang lebih mendalam sehingga manfaat nantinya dapat dirasakan pada bidang rekayasa material terutama yang tertarik pada bidang korosi.

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Laju korosi pada media air payau | 12 |
| Tabel 2. Laju korosi pada media air sumur | 14 |
| Tabel 3. Laju korosi St 40 media air suling | 15 |
| Tabel 4. Laju korosi pada media air laut | 16 |
| Tabel 6. Berat Zn yang dibutuhkan pada media air suling | 19 |
| Tabel 7. Kebutuhan Zn pada media air sumur | 20 |
| Tabel 8. Kebutuhan Zn pada media air payau | 21 |
| Tabel 9. Kebutuhan Zn di media air laut | 22 |
| Tabel 10. Laju korosi St 40 diberi tegangan | 23 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Larutnya logam dalam larutan | 3 |
| Gambar 2. Sel korosi basah sederhana | 6 |
| Gambar 2a. Model dermaga yang dibuat untuk penelitian | 9 |
| Gambar 3. Grafik laju korosi baja St40 media air payau | 13 |
| Gambar 4. Grafik laju korosi media air sumur | 14 |
| Gambar 5. Grafik laju korosi St 40 media air suling | 15 |
| Gambar 6. Grafik laju korosi St 40 media air laut | 16 |
| Gambar 7 Grafik kebutuhan Zn media air suling | 19 |
| Gambar 8 Grafik kebutuhan Zn media air sumur | 20 |
| Gambar 9. Grafik kebutuhan Zn media air payau | 21 |
| Gambar10. Grafik kebutuhan Zn media air laut | 22 |
| Gambar 11. Laju korosi St 40 diberi beban | 23 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Deret galvanic material di air laut

Lampiran 2. Foto peralatan percobaan

Lampiran 3. Foto struktur mikro

Lampiran 4. Hasil uji kualitas air

I. PENDAHULUAN

Korosi merupakan kerusakan yang terjadi akibat berhubungan dengan lingkungan yang ada di sekitar material yang dipakai untuk bangunan tertentu. Pengaruh korosi ini dapat mengubah sifat yang dimiliki oleh material berubah. Baik sifat mekanik, sifat fisik maupun sifat kimia material. Secara umum perubahan itu sangat merugikan sehingga korosi perlu dikontrol untuk menghindari terjadinya kerusakan yang lebih parah, karena korosi tidak dapat dicegah yang dapat dilakukan adalah dengan mengendalikan korosi.

Semua material yang ada dapat mengalami korosi seperti kayu mengalami pelapukan akibat terkena panas dan hujan maupun akibat terserang jamur ataupun jenis serangga kecil yang lain. Plastik juga dapat mengalami korosi akibat terserang sinar ultra violet matahari sehingga sifatnya berubah menjadi lebih getas. Demikian juga untuk baja bila terkena udara yang lembab akan mudah terbentuk karat Fe_2O_3 , pada lingkungan yang mengandung garam seperti bangunan pantai maka akan mudah terdegradasi sifatnya.

Usaha yang dilakukan untuk menghambat serangan korosi pada baja bervariasi, ada yang dilakukan dengan meningkatkan unsur paduan seperti pada baja tahan karat dengan 18 % Cr dan 8 % Ni. Baja tahan karat ini dirancang untuk tahan terhadap lingkungan tertentu. Usaha pencegahan serangan korosi dengan pelapisan permukaan seperti pengecatan ataupun proses plating yang lain. Disamping itu juga dilakukan perlindungan korosi dengan sistem proteksi katodik.

Perlindungan korosi pada bangunan dermaga yang mayoritas tiang pancangnya terbuat dari pipa sangat diperlukan. Meskipun tiang pancang yang terbuat dari beton dan komposit sudah dikembangkan namun tiang pancang dari pipa baja masih banyak dipakai karena mempunyai beberapa keunggulan. Namun demikian pada tiang pancang yang terbuat dari pipa baja mengalami korosi sehingga perlu dilakukan perlindungan dengan sistem perlindungan korosi katodik