

Analisis Laju Korosi dan *Lifetime* Pipa *Underground* Baja Karbon A53 dengan *Wrapping Protection*

Eka Aprilia Damayanti^{1*}, Bambang Antoko², Bayu Wiro Karuniawan³

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}

Program studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program studi D-IV Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapa, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: april152@gmail.com^{1*}; bambangantoko@gmail.com^{2*}; bayuwiro@yahoo.com^{3*}.

Abstract – Reclaimed soil condition at PT.XYZ area is corrosive soil because it contains acid and has high salinity. Based on the condition, wrapping coating is not giving enough protection to the material from corrosion defect. A research would be carried out to find the best corrosion protection for underground pipe in this area. The first step taken was to compare the corrosion rate and lifetime between wrapping coating and painting+wrapping coating. The material used was A53 carbon steel. The calculation of corrosion rate used weight loss method described in ASTM G31-72 (Standard practice for laboratory immersion corrosion testing of metals). Immersion testing was performed for 720 hours with various pH and NaCl concentration adjusted with soil sheet. The lifetime calculation was based on API 570 standard. From the calculation of corrosion rate, the average result of both coating, 0.003561 mm/y for painting+wrapping coating, and 0.008324 mm/y for wrapping coating are obtained. While the average lifetime value for painting+wrapping coating is 258.778 years and 109.93 years for wrapping coating. Thus the best corrosion protection for hydrant underground pipe with corrosive soil is by using painting+wrapping coating protection because it has longer lifetime.

Keyword: ASTM G31-72, corrosion rate, lifetime, underground pipe, wrapping

Nomenclature

Cr	Corrosion Rate (mpy)
K	$3,45 \times 106$
W	Weight Loss (Gram or gr)
D	Density of Speciment (gr/cm ³)
A	Area of Speciment (cm ²)
T	Eksplosure Time (hours)
Tr	Remant lifetime (years)
Tacc	Thickness actual (mm)
Tm	Thickness minimum (mm)
Cr	Corrosion rate (mm/y)

1. PENDAHULUAN

Kondisi tanah di daerah pesisir Gresik Indonesia memiliki kadar garam yang tinggi apalagi bila tanah tersebut merupakan tanah reklamasi, bukan hanya kadar garam yang tinggi namun juga memiliki pH dibawah 7 dan bersifat asam karena pengaruh dari limbah dan proses, kondisi seperti itu tentu akan mempengaruhi material pipa baik *aboveground* maupun *underground*.

Pada dasarnya prinsip proteksi korosi menggunakan *wrapping* ataupun *painting* adalah mencegah pipa kontak langsung dengan lingkungan untuk meminimalisir terjadinya

korosi. Namun bagaimanapun, kondisi yang asam dapat membuat material cepat terkorosi sedangkan proteksi korosinya hanya menggunakan *wrapping* tanpa ditambah proteksi lain seperti *painting*, proteksi katodik ataupun proteksi anodik, sehingga seiring berjalannya waktu air tanah bisa saja masuk kedalam lapisan *wrapping* dan kontak langsung dengan pipa. Jika hal itu terjadi, korosi pun tak dapat dihindari dan akan berpengaruh terhadap usia pipa *hydrant* tersebut.

Penelitian ini berfokus pada perhitungan laju korosi dan *lifetime* metode proteksi *wrapping* lalu membandingkannya dengan pipa yang dilakukan pengecatan terlebih dahulu baru kemudian di *wrapping*, sehingga didapat metode proteksi terbaik untuk diterapkan kedalam sistem perpipaan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

1.1 Definisi Korosi

Korosi adalah kerusakan material yang umumnya logam yang ditandai dengan adanya pengurangan ketebalan pada material yang secara umum disebabkan oleh reaksi material dengan lingkungan di sekitarnya. Dalam kehidupan sehari-hari, sering kita jumpai penggunaan istilah korosi yang disamaartikan dengan karat. Dua kata ini sebenarnya tidak

sama. Karat, adalah istilah korosi yang lebih dikhususkan untuk logam besi (*ferrous*). Sedangkan istilah korosi seharusnya dimaksudkan dengan cakupan yang lebih luas dan secara umum untuk material baik besi maupun selain besi[5]. Adapun jenis-jenis korosi yang begitu beragam antara lain *uniform attack*, *galvanic corrosion*, *selective leaching corrosion*, *crevice corrosion*, *pitting corrosion*, *intergranular corrosion*, *stress corrosion cracking* dan *erosion corrosion*. [4]

1.2 Coating

Coating adalah lapisan penutup yang diterapkan pada permukaan sebuah benda dengan tujuan dekoratif maupun untuk melindungi benda tersebut dari kontak langsung dengan lingkungan agar tidak terkorosi. Pada sebuah pipa, *coating* merupakan perlindungan pertama dari korosi. *Coating* ini diaplikasikan untuk pipa yang terpasang didalam tanah, daerah transisi maupun diatas tanah. [1]

Tujuan dari *underground coating* atau pelapisan dalam tanah adalah melindungi pipa dari kontak langsung dengan elektrolit dalam tanah maupun air. Secara umum karakteristik *coating* terutama untuk pipa *underground* adalah sebagai berikut : mudah diaplikasikan, merakit Kuat pada permukaan logam, tahan terhadap benturan, fleksibel, tahan terhadap tegangan tanah (*Soil Stress*), tahan terhadap panas, tahan terhadap air, mempunyai tahanan listrik yang tinggi, stabil terhadap pengaruh secara fisik dan kimia, tahan terhadap bakteri tanah dan juga tahan terhadap organisme laut. [1]

2. METODELOGI PENELITIAN

Pada awalnya spesimen yang berbentuk pipa NPS 1,5 inch dipotong dengan panjang 50 mm, kemudian spesimen dilakukan tahap persiapan *coating* dengan proses *blasting*. Untuk spesimen yang harus dilakukan proses *painting* terlebih dahulu, ketebalan cat ditentukan antara 200 μm – 300 μm . Sedangkan proses *wrapping* menggunakan 2 lapisan yaitu inner berwarna hitam dan outer berwarna putih. Kemudian dilakukan persiapan pengujian dengan membuat 10 variasi larutan pH dan 10 variasi larutan NaCl. Sebelum dilaksanakan pengujian, spesimen ditimbang terlebih dahulu. Pengujian dilakukan selama 30 hari, setelah itu spesimen ditimbang kembali untuk mencari *weight loss* nya. Setelah didapat nilai laju korosi dengan perhitungan yang mengacu pada ASTM G1[5], kemudian dilakukan perhitungan lifetime dengan referensi API 570.

2.1 Laju Korosi

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Standar yang digunakan untuk mengetahui jumlah kehilangan berat akibat korosi yaitu mengacu (ASTM G1, 1999) [2] *Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen, American Society for Testing Material, U.S.A* maka digunakanlah rumus sebagai berikut :

$$Cr = \frac{K.W}{D.A.T}$$

Dimana :

$$Cr = \text{Corrosion Rate (mpy)}$$

$$K = 8,76 \times 10^4$$

$$W = \text{Weight Loss (Gram or gr)}$$

$$D = \text{Density of Speciment (gr/cm}^3\text{)}$$

$$A = \text{Area of Speciment (cm}^2\text{)}$$

Lifetime

Lifetime referensi dari API 570 sebagai berikut:

$$Tr = (t_{acc} - t_m) / Cr$$

Dimana :

$$Tr = \text{Remant lifetime (years)}$$

$$Tacc = \text{Thickness actual (mm)}$$

$$Tm = \text{Thickness minimum (mm) from NFPA 13 Chapter 6}$$

$$Cr = \text{Corrosion rate (mm/y)}$$

3. ANALISA DAN HASIL

3.1 Hasil Laju Korosi dan lifetime

Setelah melakukan pengujian celup selama 30 hari (720 jam) didapatkan hasil laju korosi dan *lifetime* seperti tabel 1 dan tabel 2 dengan T_{min} 2,77 mm (NFPA 13) dan T_{acc} 3,68 mm. Dari kedua tabel dapat dilihat bahwa pada nilai laju korosi pada *coating painting + wrapping* sangat kecil dan memiliki usia pakai yang sangat lama.

Tabel 1. Hasil perhitungan laju korosi dan *lifetime coating painting + wrapping*

No.	Coating	Larutan	delta	Cr (mm/y)	Lifetime (years)
1		1000 ppm	0.015	0.003133	290.48
2		1500 ppm	0.015	0.002961	307.41
3		2000 ppm	0.015	0.003077	296.16
4		2500 ppm	0.016	0.003241	281.52
5		3000 ppm	0.016	0.003225	282.19
6		3500 ppm	0.017	0.003450	263.94
7		4000 ppm	0.017	0.003569	255.26
8		4500 ppm	0.019	0.003922	232.04
9		5000 ppm	0.019	0.003897	234.06
10	Painting + wrapping	5500 ppm	0.020	0.004081	223.07
11		pH 8	0.017	0.003453	263.64
12		pH 7,5	0.016	0.003274	279.00
13		pH 7	0.016	0.003165	287.57
14		pH 6,5	0.016	0.003222	282.88
15		pH 6	0.018	0.003605	252.44
16		pH 5,5	0.020	0.004121	220.81
17		pH 5	0.019	0.003862	235.82
18		pH 4,5	0.018	0.003636	250.33
19		pH 4	0.020	0.004130	220.36
20		pH 3,5	0.021	0.004204	216.58
Rata-rata				0.003561	258.78

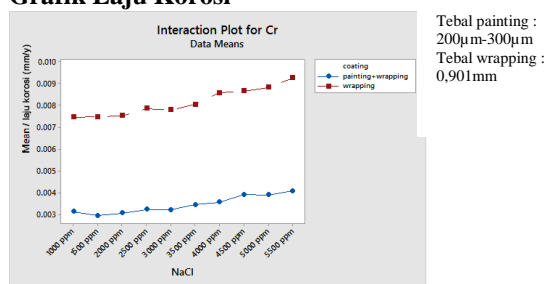
Tabel 2. Hasil perhitungan laju korosi dan *lifetime coating wrapping*

No.	Coating	Larutan	delta	Cr (mm/y)	Lifetime (years)
1		1000 ppm	0.037	0.007468	121.89
2		1500 ppm	0.037	0.007475	121.78
3		2000 ppm	0.037	0.007527	120.91
4		2500 ppm	0.039	0.007861	115.76
5		3000 ppm	0.038	0.007799	116.68
6		3500 ppm	0.039	0.008047	113.08
7		4000 ppm	0.042	0.008578	106.08
8		4500 ppm	0.042	0.008650	105.23
9		5000 ppm	0.043	0.008826	103.13
10	Wrapping	5500 ppm	0.045	0.009248	98.40
11		pH 8	0.038	0.007770	117.13
12		pH 7,5	0.039	0.007915	114.98
13		pH 7	0.038	0.007809	116.54
14		pH 6,5	0.040	0.008160	111.52
15		pH 6	0.046	0.009307	97.79
16		pH 5,5	0.041	0.008389	108.48
17		pH 5	0.041	0.008382	108.57
18		pH 4,5	0.043	0.008869	102.65
19		pH 4	0.044	0.008984	101.34
20		pH 3,5	0.046	0.009416	96.64
Rata-rata				0.008324	109.93

3.2 Grafik Anova

Pada hasil perhitungan manual dan software *minitab18* diperoleh grafik seperti pada gambar 1, gambar 2, gambar 3 dan gambar 4. Grafik tersebut merupakan grafik interaksi untuk mengetahui interaksi dari parameter satu dan lainnya juga untuk mengetahui parameter mana atau dalam penelitian ini metode *coating* mana yang terbaik untuk digunakan dalam kondisi lingkungan yang korosif.

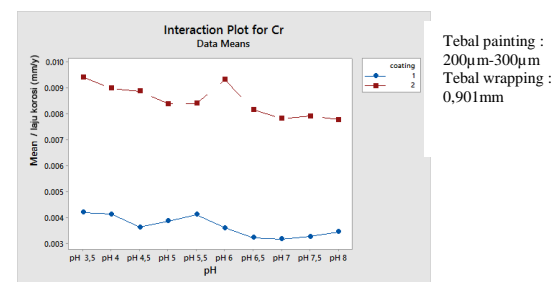
Grafik Laju Korosi



Gambar 1. Grafik hubungan konsentrasi NaCl dan coating dengan laju korosi

Gambar 1 merupakan grafik interaksi antara konsentrasi NaCl dan coating dengan nilai laju korosi. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa laju korosi dengan coating wrapping saja memiliki rata-rata nilai laju korosi yang tinggi dan untuk coating painting + wrapping

memiliki rata-rata nilai laju korosi yang rendah. Laju korosi terendah terjadi pada coating painting+wrapping dengan kondisi lingkungan 1500 ppm. Grafik diatas juga memiliki kecenderungan semakin tinggi kadar konsentrasi NaCl semakin tinggi pula laju korosinya.

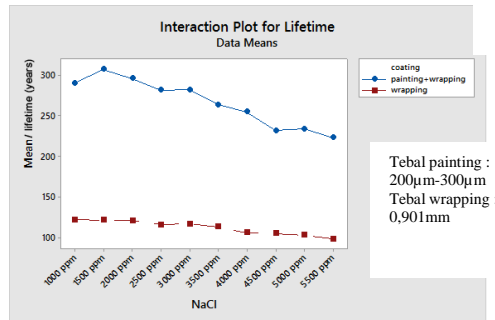


Gambar 2. Grafik hubungan pH dan coating dengan laju korosi

Gambar 2 merupakan grafik interaksi antara pH dan coating dengan nilai laju korosi. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa laju korosi dengan coating wrapping saja memiliki rata-rata nilai laju korosi yang tinggi dan untuk coating painting + wrapping memiliki rata-rata nilai laju korosi yang rendah. Laju korosi terendah terjadi pada coating painting+wrapping dengan kondisi lingkungan pH 7 atau netral. Grafik diatas juga memiliki kecenderungan semakin rendah pH suatu

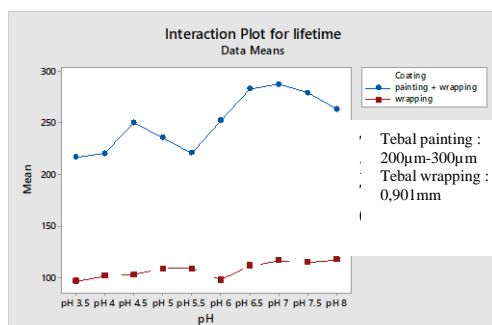
lingkungan maka semakin tinggi pula laju korosinya.

Grafik Lifetime



Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi NaCl dan coating dengan lifetime

Gambar 3 merupakan grafik interaksi antara konsentrasi NaCl dan coating dengan lifetime. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa laju korosi dengan coating wrapping saja memiliki rata-rata nilai lifetime yang rendah dan untuk coating painting + wrapping memiliki rata-rata nilai lifetime yang tinggi. Lifetime tertinggi terjadi pada coating painting + wrapping dengan kondisi lingkungan 1500 ppm, sehingga pada perlakuan itu usia pakai untuk material bisa lebih lama dibanding usia pakai pada perlakuan lainnya. Grafik diatas juga memiliki kecenderungan semakin tinggi kadar konsentrasi NaCl semakin rendah pula usia pakai material.



Gambar 4. Grafik hubungan pH dan coating dengan lifetime

Gambar 4 merupakan grafik interaksi antara pH dan coating dengan lifetime. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa laju korosi dengan coating wrapping saja memiliki rata-rata nilai lifetime yang rendah dan untuk coating painting + wrapping memiliki rata-rata nilai lifetime yang tinggi. Lifetime tertinggi

terjadi pada coating painting + wrapping dengan kondisi lingkungan pH 7, sehingga pada perlakuan itu usia pakai untuk material bisa lebih lama dibanding usia pakai pada perlakuan lainnya. Grafik diatas juga memiliki kecenderungan semakin rendah pH suatu lingkungan semakin rendah pula usia pakai material.

4. KESIMPULAN

Di hasil pengolahan data dan analisa data yang dibahas di bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian laju korosi dengan metode weigh loss didapatkan hasil rata – rata laju korosi dari kedua metode coating yaitu 0,003561 mm/y untuk coating painting + wrapping dan 0,008324 mm/y untuk coating wrapping. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa laju korosi untuk coating painting + wrapping jauh lebih kecil dibanding dengan coating wrapping.
2. Dari hasil perhitungan laju korosi didapatkan hasil perhitungan lifetime untuk kedua metode coating, hasil rata – rata perhitungan lifetime untuk coating painting + wrapping adalah sebesar 258,778 tahun dan untuk coating wrapping sebesar 109,93 tahun. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa untuk coating painting + wrapping memiliki usia pakai yang jauh lebih lama dibandingkan dengan coating wrapping.
3. Dari hasil perhitungan laju korosi dan lifetime, maka dapat disimpulkan bahwa metode coating painting + wrapping merupakan metode proteksi korosi yang tepat untuk diterapkan pada pipa hydrant underground dengan material baja karbon A53 grade B karena memiliki usia pakai yang sangat lama.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan juga motivasi oleh berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materil, motivasi, nasehat dan juga do'a bagi kelancaran penulis.
2. Bapak Bambang Antoko, selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian jurnal tugas akhir ini.
3. Bapak Bayu Wiro Karuniawan, selaku dosen pembimbing 2 yang telah membantu dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian jurnal tugas akhir ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASCOATINDO. (2007). *Coating Inspector Muda*. Bandung: Corrosion Care Indonesia.
- [2] ASTM G1. (1999). *Standart Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Spesimens*. U.S.A: American Society for Testing and Material.
- [3] Firda, A. (2017). Pengaruh Variasi Kelembaban, Temperatur dan Ketebalan Cat pada Baja SS400 terhadap Daya Rekat dan Laju Korosi. *Proceeding Book & Abstracts CPEAA 2017*, 223-224.
- [4] Furqan, M. (2018, Januari 5). *Corrosion Enginneer : macam-macam bentuk korosi*. Retrieved from mechanical engineering:<http://m10mechanicalengineer.blogspot.co.id/2013/11/macam-macam-bentuk-korosi.html>
- [5] Trethewey, K. R. (1991). *KOROSI*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)