

## PENGARUH PENAMBAHAN *COATING* RESIN TERHADAP LAJU KOROSI PADA PIPA *HYDRANT CARBON STEEL*

Ni'matut Tamimah<sup>1)</sup>, Ekky Nur Budiyo<sup>2)</sup>, Mahasin Maulana Ahmad<sup>3)</sup>, Dianita Wardani<sup>4)</sup>, Pekik Mahardhika<sup>5)</sup>, dan Tarikh Azis Ramadani<sup>6)</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111  
E-mail: [nimatuttamimah@ppns.ac.id](mailto:nimatuttamimah@ppns.ac.id)

### Abstract

In common, the fire hydrant system is using carbon steel material. Even though it is made from carbon steel which is resistant of corrosion, this material still requires protection to get effective results. The easiest method for corrosion protection in hydrant pipe is coating with a red epoxy resin. In this study, the variable coating thickness of the paint used was; 0 (without coating), 150, 200, and 250  $\mu\text{m}$ . The result showed that coating material using red epoxy resin effect the corrosion rate of material. This data shows that Carbon Steel material without resin has a corrosion rate of 0.12 mm/year, which means the quality of its corrosion resistance is still in the "Good" category (0.1-0.5 mm/year). Meanwhile, Carbon Steel material coated with red epoxy resin is included in the "Excellent" category (0.02-0.1 mm/year) of the quality resistance.

**Keywords:** *coating, thickness, corrosion, carbon steel, hydrant*

### Abstrak

Pada umumnya sistem *fire hydrant* menggunakan material baja karbon. Meski terbuat dari baja karbon yang tahan terhadap korosi, namun material ini tetap memerlukan perlindungan untuk mendapatkan hasil yang efektif. Metode perlindungan korosi yang paling mudah pada pipa *hydrant* adalah melapisinya dengan resin epoksi merah. Pada penelitian ini variabel ketebalan lapisan cat yang digunakan adalah; 0 (tanpa coating), 150, 200, dan 250  $\mu\text{m}$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa material pelapis menggunakan resin epoksi merah mempengaruhi laju korosi material. Data tersebut menunjukkan bahwa material *Carbon Steel* tanpa resin memiliki laju korosi sebesar 0,12 mm/Tahun yang artinya kualitas ketahanan korosinya masih dalam kategori "Good" (0,1-0,5 mm/Tahun). Sedangkan material *Carbon Steel* yang dilapisi dengan lapisan resin merah masuk dalam kategori "Excellent" (0,02-0,1 mm/Tahun) pada kualitas ketahanan korosinya.

**Kata Kunci:** *coating, ketebalan, korosi, carbon steel, hydrant*

## PENDAHULUAN

Pipa *hydrant* merupakan salah satu bagian penting yang digunakan guna mengalirkan air dari saluran utama untuk memadamkan api. Material pipa yang sering digunakan pada sistem *Fire Hydrant* adalah *Carbon Steel*. *Carbon Steel* merupakan material yang dibuat dari campuran besi dan karbon. Biasanya, semakin tinggi karbon yang dikandung pada material, maka akan semakin meningkatkan kekuatan dan juga meningkatkan ketahanannya terhadap korosi. Namun, kemampuan penempaan dan tingkat kelenturannya akan menurun. Oleh karena itu ketahanan terhadap korosi tidak hanya

dengan menambahkan kandungan karbon pada material, tetapi dapat juga dimaksimalkan dengan menggunakan pelapisan pada material pipa.

Pelapisan merupakan salah satu cara untuk menahan material dari korosi. Pelapisan juga digunakan untuk tujuan dekoratif, pelindung, dan beberapa tujuan tertentu lainnya (Wicks, 2007). Upaya pengendalian korosi pada pipa yang pertama adalah dengan menggunakan bahan pelapis. Korosi dapat dicegah karena logam pipa dapat diisolasi dari kontak dengan lingkungan alam. Selain itu, pelapisan juga dapat menjadi perlindungan yang efektif terhadap korosi karena merupakan isolator listrik yang efektif, dapat diaplikasikan tanpa kerusakan dan mudah untuk diperbaiki. (Peabody, 2001).

Untuk perlindungan sistem fire hydrant yang menggunakan *Carbon Steel Pipe* pada permukaan tanah yang sehari-harinya dapat terkena paparan sinar matahari dan faktor lingkungan lainnya, diperlukan perlindungan berupa pelapisan (Maulana, 2020). Namun, diperlukan ketebalan optimal yang dapat diterapkan untuk mencapai kinerja terbaik dan tanpa menimbulkan biaya berlebihan untuk pelapisan (Kruit, 2001).

Pada penelitian ini ketebalan lapisan pipa dengan metode FDTD (Finite Difference Time Domain) divariasikan. Ketebalan dengan waktu penembusan radiasi matahari kedalam material pipa yang rendah dapat mempengaruhi nilai laju korosi. Dengan nilai laju korosi yang rendah dapat meningkatkan perlindungan pipa baja karbon yang digunakan untuk *hydrant* kebakaran yang ditempatkan di atas tanah.

## **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini digunakan material *Carbon Steel* ASTM A53 gr A dengan NPS 4" Sch 40 yang biasa digunakan untuk material pipa *hydrant* kebakaran. Pipa *hydrant* sepanjang 4 m disimulasikan menggunakan metode numerik diferensial FDTD yang sering dipakai dalam simulasi gelombang elektromagnetik (Siregar, 2021). Metode FDTD pertama kali diperkenalkan oleh Yee, dan telah digunakan dalam berbagai aplikasi permasalahan (Gregory, 1999). Algoritma yang digunakan cukup sederhana dalam pendekatan numerik persamaan bentuk diferensial Maxwell.

Selanjutnya spesifikasi material pipa Carbon Steel (baja karbon) yang digunakan pada simulasi ditunjukkan pada Tabel 1. Dan juga, spesifikasi bahan resin epoksi merah yang digunakan sebagai lapisan pelindung cat pelapis material pipa baja karbon ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1  
Spesifikasi Material Baja Karbon

Spesifikasi	Nilai
Electric cond.	6.993e+06 [S/m]
Density	7870 [kg/m <sup>3</sup> ]
Thermal cond.	65.2 [W/K/m]
Heat capacity	0.45 [kJ/K/kg]
Diffusivity	1.84103e-05 [m <sup>2</sup> /s]
Young's modulus	205 [kN/mm <sup>2</sup> ]
Poisson's ratio	0.29

Tabel 2  
Spesifikasi Resin Epoksi Merah

Spesifikasi	Nilai
Density	1500 [kg/m <sup>3</sup> ]
Thermal cond.	0.2 [W/K/m]
Young's modulus	13 [kN/mm <sup>2</sup> ]
Poisson's ratio	0.45

Penelitian ini merujuk pada standart ASTM (American Society Testing and Material) International, pengukuran laju korosi dengan metode kehilangan berat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Laju Korosi} = \frac{WK}{DAT}$$

Keterangan : W = *Weight Loss* (gram)

K = Konstanta Faktor (mm/year)

D = Densitas (gram/mm<sup>3</sup>)

A = Dimensi (mm<sup>2</sup>)

T = Exposure Time (jam)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan dilakukan dengan mensimulasikan bahwa pipa *hydrant* dengan material *carbon steel* ini berada di atas permukaan tanah yang mana terkena paparan radiasi sinar matahari. Sinar matahari tersebut dihitung pada rentang frekuensi 0 – 1 GHz, dengan mengambil daya serap yang rendah pada rentang frekuensi tersebut (Tamimah, 2023). Sedangkan untuk daya awal ( $P_0$ ) dari cahaya matahari yang diterima sebesar 200 W. Sinar matahari ini dimaksudkan dapat mempengaruhi laju korosi material yang terpapar.

Metode simulasi yang digunakan yakni FDTD. Dimana FDTD merupakan teknik analisis numerik untuk pemodelan elektrodinamika komputasi (menyelesaikan solusi perkiraan untuk sistem persamaan diferensial terkait). Karena ini adalah metode domain waktu, solusi FDTD dapat mencakup frekuensi yang luas dan secara alami menangani sifat material nonlinier. Metode FDTD termasuk dalam kelas umum metode pemodelan

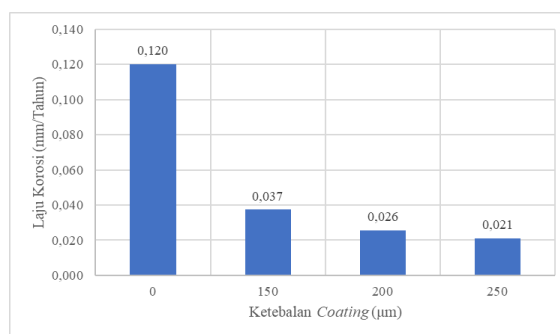
numerik diferensial berbasis grid. Persamaan Maxwel yang digunakan dalam simulasi tersebut dapat diselesaikan baik dengan menggunakan *software* maupun *hardware*. Namun pada penelitian kali ini, metode FDTD yang digunakan yakni menggunakan simulasi *software*.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan lapisan resin merah dapat mempengaruhi kekuatan pantulan sinar matahari pada pipa dan juga dapat memperpendek laju korosi-nya. Data hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3  
Perbandingan *Coating* Resin Merah Terhadap Laju Korosi Pipa *Carbon Steel*

Thickness ( $\mu\text{m}$ )	Power Radiated ( $10^{-7}\text{W}$ )	Waktu penyerapan (s)	Laju Korosi (mm/Tahun)
Tanpa resin	0.438	2.47	0,120
150	6.72	3.59	0,037
200	13.59	4.61	0,026
250	35.88	5.61	0,021

Pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa material *Carbon Steel* tanpa resin memiliki laju korosi sebesar 0,12 mm/Tahun yang artinya kualitas ketahanan korosinya masih dalam kategori “*Good*” (0,1-0,5 mm/Tahun). Sedangkan material *Carbon Steel* yang dilapisi dengan lapisan resin merah masuk dalam kategori “*Excelent*” (0,02-0,1 mm/Tahun) (Fontana, 1986).



Gambar 1. Hubungan antara ketebalan *Coating* Resin Merah dengan Laju Korosi

Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara nilai laju korosi pada material tanpa dan dengan penambahan *coating* resin merah. Gambar tersebut juga menunjukkan semakin tebal *coating* resin merah yang diberikan pada material *Carbon Steel* maka akan memperkecil nilai laju korosinya.

## SIMPULAN

Pipa *carbon steel* memiliki laju korosi yang sangat rendah, sehingga lebih tahan lama dan tidak mudah mengalami korosi saat digunakan sebagai pipa *hydrant* di atas permukaan tanah. Namun dengan penambahan *coating* berupa resin merah akan semakin memperkecil nilai laju korosi-nya. Semakin tebal lapisan resin pada pipa carbon steel, maka laju korosi pada pipa *carbon steel* semakin kecil. Pengurangan nilai laju korosi ini disebabkan karena adanya resin yang memberi perlindungan pada pipa *carbon steel*.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials. (1997). ASTM D870: Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments. Washington DC: Author
- Fontana, M.G. (1986) *Corrosion Engineering. 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Gregory M. T., & Christos C. (1999). FDTD Analysis of Phased Array Antennas. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 47, 4.
- Kruit, D. M. (2001). Selecting The Right Temporary Coating: Choices Abound for Tube and Pipe Applications. US:TPJ-The Tube & Pipe Journal
- Maulana, R. E., & Poernomo, H. (2020). Pemilihan Jenis dan Spesifikasi Pompa Pada Desain Sistem Firefighting Jenis Hydrant, Sprinkle dan Fire Monitor Pada Pabrik Gula. *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application*, 5, No. 1, pp. 146-151.
- Peabody, A. W. (2001). Control of Pipeline Corrosion. Texas: NACE International the Corrosion Society.
- Sterhov, A. I., & Loshkarev, I. Y. (2019). Determination Of The Proportion Of Natural Light In Solar Radiation Using The Method Of Conversion Of Lighting Units Into Energy. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1353 012002
- Sullivan, D. M. (2000) *Electromagnetic Simulation Using the FDTD Method*, IEEE Press.
- Siregar, A. C. P., Yudoyono, G., & Pramono, Y. H. (2021). A Study of Silicon Effect as a Switch on Folded Dipole Antenna. *EasyChair*, 6970.
- Siregar, A. C. P. (2022). *Fisika Dasar Jilid 2: Mekanika Lanjut (Vol. 2)*. CV. Kanaka Media.
- Tamimah, N., Erawati, I., Wardani, D., Mahardhika, P., & Siregar, A.C.P. (2023) The Effect of Paint Thickness Coating on Power Radiated in Above Ground Carbon Steel Pipe for Fire Hydrant System. *The 5th International Conference on Applied Science and Technology*
- Wicks Jr. Z. W, Joes F. N. Pappas S. P. and Wicks D. A. (2007). *Organic Coatings Science and Technology*. US: John Wiley & Sons Inc.