

# ANALISA PENGARUH TEMPERATUR LINING TANK SS304 DAN FRP TERHADAP LAJU KOROSI DAN *LIFETIME LINING TANK* PADA PH 12

Evi Nofita Ningsih<sup>1\*</sup>, Ir. Endah Wismawati<sup>2</sup>, Dianita Wardani<sup>3</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1,2</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email: [evinofita26@student.ppns.ac.id](mailto:evinofita26@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [endahw@ppns.ac.id](mailto:endahw@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [dianitawardani@ppns.ac.id](mailto:dianitawardani@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>

**Abstract** - In the construction of the ETP expansion tank stage 2 of 3000 MT in a palm oil company. The addition of some equipment is due to the increasing amount of palm oil production, the more the waste produced is also increasing. Furthermore, one of the equipment added is a storage tank. in operation, the tanks are used to accommodate aggressive fluids that are alkaline which can cause corrosion on the tank walls. So we need a protection against the tank wall so that the corrosion rate can be slowed down, the best solution is to use a tank lining. So to choose a good tank lining to prevent corrosion, an analysis using a potentiostat and an immersion test was carried out by applying a layer to the tank and comparing the corrosion resistance of different metal and non-metallic materials, namely stainless steel and fiber reinforced plastic (FRP) with the pH 12 and temperature 50°C, 75°C, 100°C. And testing the potentiostat and immersion test with these variations, then compare the remaining life is good for the tank lining. From the analysis, it was found that the highest corrosion rate was on stainless steel material with pH 12 temperature of 100°C of 0.03282 mm/year and the and from the calculation of the remaining life of the stainless steel 304 and FRP material, it is known that the remaining life value of the FRP material gets better results than stainless steel 304 by 3000 years. In this analysis, the effect of pH and temperature is directly proportional to the value of the corrosion rate, where the higher the pH and temperature, the higher the corrosion rate, and vice versa, the lower the pH and temperature, the lower the corrosion rate.

**Keywords:** FRP, Immersion test, Lining tank, Potentiostat, SS304

## Nomenclature

CR	Corrosion Rate (mm/y)
K	Constant Factor
D	Density of Specimen (gr/cm <sup>3</sup> )
E <sub>w</sub>	Equivalent Weight
A	Area of Specimen (cm <sup>2</sup> )
T <sub>r</sub>	Remaining Life (year)
T <sub>acc</sub>	Thickness Actual (mm)
T <sub>m</sub>	Thickness minimum (mm)
ρ	Masa Jenis Material

## 1. PENDAHULUAN

*Storage tank* merupakan salah komponen penting dalam industri perminyakan yang mana berfungsi sebagai wadah untuk menampung hasil produksi dan limbah hasil produksi. Berbagai – macam jenis, bentuk, dan ukuran tangki sesuai dengan kegunaan dan jenis fluida yang mampu ditampung di dalam tangki tersebut. Sekitar 80% *storage tank* dibangun dengan bahan dasar baja lunak (*carbon steel*), pada pengoperasiannya, tangki – tangki tersebut digunakan untuk menampung fluida – fluida agresif yang bersifat basa yang dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada dinding tangki. Sehingga diperlukan sebuah perlindungan terhadap dinding tangki agar laju korosi dapat

diperlambat, solusi terbaik yaitu menggunakan *tank lining*.

Pemilihan material terhadap *storage tank* begitu memengaruhi laju korosi dan *lifetime* tangki tersebut. Melihat kondisi dari fluida yang akan di isi didalamnya adalah fluida *waste water* yang memiliki pH 12 dan temperature 50°C, 75°C, 100°C, maka untuk mencegah adanya korosi dilakukan analisa tentang pemberian lapisan pada bagian dalam tangki.

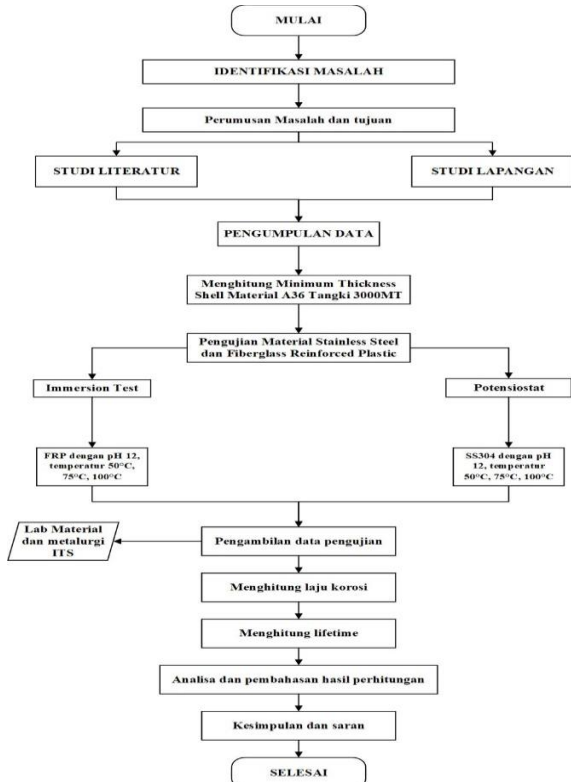
Analisa ini dilakukan dengan membandingkan pelapisan logam dan non-logam terhadap ketahanan dalam mencegah laju korosi. Pada dasarnya terdapat beberapa material logam dan non logam yang mampu menahan terjadinya korosi, sebagai contoh yaitu material *stainless steel*, FRP (*Fiber reinforced plastics*). Kedua material ini memiliki ketahanan yang baik dalam menghambat laju korosi. Penelitian ini menitik beratkan pada perbandingan pelapisan tangki menggunakan bahan *Stainless steel* 304, FRP sebagai alternatif pencegahan laju korosi pada tangki material A36.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa pemilihan *lining tank* yang baik untuk memperlambat laju korosi pada tangki 3000MT maka dilakukan pengujian *Immersion Test* dan *Potentiostat* terkait

ketahanan material terhadap laju korosi dengan menggunakan pH 12 dan temperatur 50°C, 75°C, 100°C. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *lifetime* terhadap material *Stainless Steel* 304 dan *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). Berikut metode penelitian yang ditunjukkan pada diagram alir Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir

## 2.2 Langkah Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan hasil data pengujian *potensiostat* terhadap material SS304 dan *immersion test* terhadap material FRP. Pengujian SS304 dan FRP terdiri dari 3 variasi yaitu variasi pada jenis pelapisan, variasi pH dan variasi temperature.

### 2.2.1 Menghitung Minimum Thickness Shell Material A36

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui tebal minimal pelat *shell* atau dinding tangki material A36 untuk mengetahui *lining* tangki yang akan dipakai. Perhitungan ketebalan pelat pada *shell* menggunakan metode perhitungan *One Foot Method* sesuai dengan standard API 650 [1].

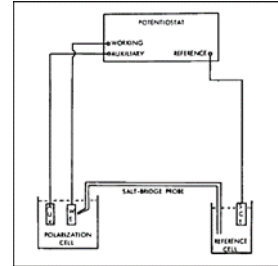
### 2.2.2 Pengujian Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan pengujian *potensiostat* dan pengujian *immersion test*.

#### a Potensiostat test

Pada penelitian dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *potensiostat test*. Pada tahap

pengujian *potensiostat* ini bertujuan untuk memperoleh laju korosi. Untuk area yang akan diuji harus benar-benar dalam kondisi bersih. Persyaratan untuk dilakukan *cleaning* agar pada saat pengujian *potensiostat* nilai laju korosi tidak mengalami kesalahan pembacaan. Rangkaian pengujian *potensiostat* yang akan dilakukan berdasarkan standard ASTM G-05. Berikut Gambar 2 rangkaian *potensiostat*.



Gambar 2 Rangkaian Potensiostat

#### b Immersion Test

Metode kehilangan berat adalah metode perhitungan laju korosi dengan mengukur pengurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah pengurangan berat akibat terjadinya korosi. Standart yang digunakan untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat korosi yaitu mengacu pada [3]. *Standards partice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen, American Society for Testing Material, U.S.A*) Maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$Cr = \frac{(K.W)}{(D.A.T)} \quad (1)$$

Dimana:

Cr : Corrosion Rate (mm/y)

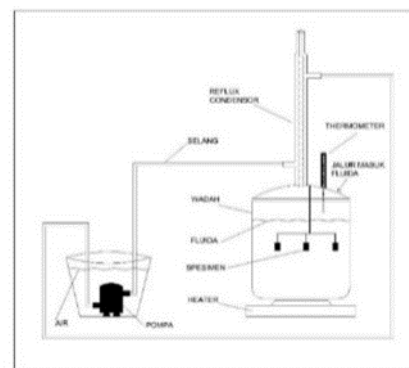
K : Konstanta (8,76 x 10<sup>4</sup>) (ASTM G1 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Specimens, 2004)

D : Density of specimen (7,86 gr/cm<sup>3</sup>) (ASTM G1-03 (2004). Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen, American Society for Testing Material, U.S.A)

W : Weight loss (gr)

A : Area of specimen (cm<sup>2</sup>)

T : Exposure time (hour)



Gambar 3. Rangkaian Immersion Test

**2.3 Remaining life**

Setiap material memiliki sisa umur atau *remaining life* akibat dari faktor pemakaian. *Lining* yang terinstall dan beroperasi semakin lama akan semakin menurun kualitasnya. Penurunan kualitas juga berpengaruh pada daya tahan material atau umur material. Pada tugas akhir ini akan dicari sisa umur atau *Remaining Life* dari material menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Remaining life (years)} = \frac{t_{acc} - t_{req}}{C_r} \quad (2)$$

Dimana :

- $t_{acc}$  : Thickness actual (mm)
- $C_r$  : Corrosion Rate (mm/y)
- $t_{req}$  : Thickness required (mm)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Perhitungan minimum thickness shell A36**

Setelah menghitung *minimum thickness shell* A36 dengan menggunakan rumus *one foot method*, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1: Ketebalan *Minimum Pelat*

Course	H (m)	td (mm)	tt (mm)	t API 650 (mm)	t aktual
1	21	10,43	7,89	10,43	12,00
2	19,48	9,81	7,31	9,81	10,00
3	17,95	9,19	6,73	9,19	10,00
4	16,43	8,57	6,15	8,57	9,00
5	14,90	7,95	5,57	7,95	8,00
6	13,38	7,33	4,98	7,33	8,00
7	11,86	6,71	4,40	6,71	8,00
8	10,33	6,09	3,82	6,09	8,00
9	8,81	5,47	3,24	6,00	6,00
10	7,28	4,84	2,66	6,00	6,00
11	5,76	4,22	2,08	6,00	6,00
12	4,24	3,60	1,50	6,00	6,00
13	2,71	2,98	0,92	6,00	6,00
14	1,19	2,36	0,34	6,00	6,00

Tabel 1 merangkum hasil perhitungan tebal di setiap *course*, tebal desain selalu lebih besar dibandingkan dengan tebal untuk tes hidrostatis. Tebal pelat yang dipilih untuk mencari tebal pelat aktual tangki adalah tebal desain.

**3.2 Hasil Pengujian Potensiostat**

Setelah dilakukan uji *Potensiostat* dengan pH 12 dan temperatur 50 °C, 75 °C, 100°C. Berikut merupakan hasil laju korosi dari material SS 304 *immersion test*.



Gambar 4. Rangkaian Uji Potensiostat

Tabel 2: Hasil Uji Potensiostat

No	Kode	pH	Temperatur (°C)	Laju Korosi (mm/y)
1	A <sub>31</sub>	12	50	0.01554
2	A <sub>32</sub>	12	75	0.02439
3	A <sub>33</sub>	12	100	0.03282

Dari hasil uji *potensiostat* tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi pH dan temperatur terhadap material SS304 maka semakin tinggi pula laju korosi pada material tersebut. dan nilai laju korosi pada material SS304 didapat pada kondisi pH 12 dengan temperatur 100°C sebesar 0,03282 mm/year.

**3.3 Hasil Pengujian Immersion Test**

Setelah dilakukan uji *immersion test* dengan pH 12 dan temperatur 50 °C, 75 °C, 100°C. Berikut merupakan hasil laju korosi dari material FRP.



Gambar 5. Rangkaian Immersion Test

Tabel 3: Tabel hasil pengurangan berat (*weight loss*) FRP

Spesimen	Weight Loss (gr)	Luas Permukaan (cm²)	Density (gr/cm³)	Exposure Time (hour)	Constant Factor (K)	Corrosion Rate (mmpy)
P <sub>31</sub>	0.0535	27282.000	1.6054	24	87600	0.0045
P <sub>32</sub>	0.0794	27282.000	1.6054	24	87600	0.0066
P <sub>33</sub>	0.0850	27282.000	1.6054	24	87600	0.0071

Dari hasil uji *potensiostat* tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi pH dan temperatur terhadap material FRP maka semakin tinggi pula laju korosi pada material tersebut. dan nilai laju korosi pada material FRP didapat pada kondisi pH 12 dengan temperatur 100°C sebesar 0,0071 mm/year.

**3.4 Perhitungan Lifetime**

Dalam menentukan nilai *lifetime* material standar API 570. Data yang dibutuhkan meliputi nilai *thickness actual*, nilai *minimum thickness* didapat dari standar API 652 [2], dan penjumlahan nilai laju korosi Dari perhitungan nilai *lifetime* material SS304 dan FRP didapatkan hasil berikut :

Tabel 4: Hasil Perhitungan Lifetime material SS 304

No	Jenis Lining	pH	Temperatur (°C)	Laju Korosi (mm/y)	t		remaining life (year)
					t actual (mm)	t minimum (mm)	
1	SS304	12	50	0.01554	3	0	193.050
2	SS304	12	75	0.02439	3	0	123.001
3	SS304	12	100	0.03282	3	0	91.408

Tabel 5: Hasil Perhitungan Lifetime material FRP

No	Jenis Lining	pH	Temperatur (°C)	Laju Korosi (mm/y)	t		remaining life (year)
					t actual (mm)	t minimum (mm)	
1	FRP	12	50	0.0045	3	0	666.67
2	FRP	12	75	0.0066	3	0	454.55
3	FRP	12	100	0.0071	3	0	422.54

Dari tabel 4 dan tabel 5 tersebut dapat diambil kesimpulan dari perhitungan remaining life material SS304 dan FRP bahwa dalam pengaruh pH dan temperature material lining memiliki hasil remaining life yang lebih lama dalam pencegahan laju korosi dibandingkan dengan material SS304 dimana nilai remaining life pada material SS304 dengan pH 12 dan temperature 100 sebesar 91,408 tahun. Dalam Analisa tersebut pengaruh pH dan temperature berbanding lurus dengan nilai laju korosi, dimana semakin tinggi pH dan temperature semakin tinggi pula nilai laju korosi sehingga menyebabkan nilai *remaining life* yang lebih sedikit.

#### 4. KESIMPULAN

1. Hasil dari pengujian menggunakan *potensiostat* yang dilakukan terhadap material *stainless steel* 304 dengan media pengkorosifan menggunakan air formasi ber-pH 12 dengan temperatur 50 °C, 75 °C, 100°C, bahwa ketika menggunakan pH 12 dan semakin tinggi temperatur terhadap material SS304, maka semakin tinggi pula laju korosi pada material tersebut. Dan nilai laju korosi tertinggi material SS304 sebesar 0,03282 mm/year.
2. Hasil dari pengujian immersion test yang dilakukan terhadap material *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP) dengan media pengkorosifan menggunakan air formasi ber-pH 12 dengan temperatur 50 °C, 75 °C, 100°C, bahwa ketika menggunakan pH 12 dan semakin tinggi temperatur terhadap material SS304 maka semakin tinggi pula laju korosi pada material tersebut. Dan nilai laju korosi material FRP sebesar 0,0071 mm/year.
3. Bahwa dalam pencegahan laju korosi pengaruh pH 12 dan temperatur 50 °C, 75 °C, 100°C pada material A36, dari segi teknis dilihat dari ketahanan material mengacu pada hasil laju korosi dan perhitungan remaining life sudah cukup jelas bahwa material FRP dapat dijadikan sebagai pencegahan terhadap material A36 pada tangki 300MT. dengan hasil analisa teknis yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa perusahaan dapat memperlambat laju korosi dengan waktu yang sedikit lebih lama terhadap material A36 jika menggunakan material FRP sebagai lining tangki, selain itu lining menggunakan material FRP juga bertahan lebih lama sehingga dapat menjaga kestabilan produksi.

#### 5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan variabel yang berbeda yang belum diteliti pada pengujian ini.

2. Menggunakan perbandingan metode dalam penentuan laju korosi untuk hasil yang lebih akurat.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Petroleum Institute 650, 2020, *Thirteenth Edition*.
- [2] American Petroleum Institute 652, 2020, *Fifth Edition*.
- [3] ASTM, G.31-72. (2004). *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*.
- [4] ASTM G-102.(1994). *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*.
- [5] Ahyanal, M., Budi, P., & MM, E. P. (2018, December). Pengaruh Variasi Susunan Woven Rofing dan Mat Terhadap Ketahanan Korosi Serta Kekuatan Tarik Pada Aliran Asam Phospat. In *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application* (Vol. 3, No. 1, pp. 175-178).
- [6] B, Visal, 2017, *Design and Analysis of Storage Tank, India, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.
- [7] Harsono, M. (2014). *Analisa Teknik dan Ekonomi Penggantian Material Pipa Stainless Steel A312-TP316L dengan Pipa Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) pada sistem perpipaa Proyek Pengembangan Gas Jawa (PPGJ)*. Surabaya: PPNS.
- [8] Mahardhika, P., & Ratnasari, A. (2018). Perancangan Tangki Stainless Steel untuk Penyimpanan Minyak Kelapa Murni Kapasitas 75 M3. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(1), 39–46. <https://doi.org/10.31544/jtera.v3.i1.2018.39-46>.
- [9] Surya, D. W., Budi, P., & Muhadi, E. P. M. (2018, December). Pengaruh Variasi Susunan Layer Dan Konsentrasi Resin FRP (Fiber Reinforced Plastic) Terhadap Laju Korosi Pada Media Asam Phospat. In *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application* (Vol. 3, No. 1, pp. 235-240).