

PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR, KONSENTRASI LARUTAN DAN TEMPERATUR TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL STAINLESS STEEL 316L

Achmad Tiibil Qulub^{1*}, Subagio Soim², Bambang Antoko³

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

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{2, 3}

Email: achmadqulub@student.ppns.ac.id^{1*}; bagiosoim@gmail.com^{2*}; bambangantoko@ppns.ac.id^{3*}

Abstract - Corrosion is a decrease in the quality of metals due to chemical reactions between the metal and the surrounding compounds. The problem of corrosion was found in the pre-treatment process in the pipeline system of an industry engaged in the production of Sodium Tripolyphosphate in one area in East Java. The type of fluid that flows in this process is 32°C phosphoric acid. The temperature of the fluid is very influential on the rate of corrosion. The pre-treatment process uses 316L Stainless Steel material in the piping system. Based on these problems, the addition of inhibitors is needed as a corrosion inhibitor. There are two types of inhibitors used, namely coffee extract inhibitor and NaNO₂. Beside the type of inhibitor, concentration and temperature are also varied. Potentiostat test is used to determine the corrosion rate that occurs in 316L Stainless Steel. The results of tests that have been done show that the lowest corrosion rate value is by using NaNO₂ inhibitors with a concentration of 200 ppm at a temperature of 35°C that is equal to 0.027441 mm/year while the lowest corrosion rate value for coffee extract inhibitors is 0.050521 mm/year mm/year at 35°C with a concentration of 300 ppm. From these results it can be concluded that the best corrosion protection method is obtained by adding NaNO₂ inhibitors because it has the lowest corrosion rate.

Keyword: Inhibitors, Concentration, Temperature, Potentiostat, Corrosion Rate

Nomenclature

CR	Laju korosi	(mm/y)
ρ	massa jenis material	(g/cm ³)
Icorr	kerapatan arus	(μA/cm ²)
Ew	berat equivalent	

1. PENDAHULUAN

Sistem perpipaan merupakan salah satu bagian penting dalam suatu industri. Sistem perpipaan ini berfungsi sebagai penyalur fluida yang berhubungan langsung dengan proses produksi maupun tidak. Dalam proses penyalurannya sering timbul permasalahan yang diakibatkan oleh fluida itu sendiri. Salah satu permasalahan yang sering dijumpai adalah korosi. Korosi adalah peristiwa perusakan atau penurunan kualitas suatu material yang umumnya terjadi pada logam karena reaksi yang terjadi antara logam tersebut dan zat – zat yang ada di lingkungannya [3]. Oleh karena itu, korosi merupakan hal yang paling dihidari dalam pemakaian logam dalam bentuk apapun. Terjadinya korosi tidak dapat dihentikan secara total, tetapi terjadinya korosi dapat diperlambat laju korosinya [1].

Salah satu permasalahan korosi terjadi pada proses pre-treatment di pabrik yang bergerak dibidang produksi Sodium Tripolyphosphate di daerah Gresik. Korosi pada proses tersebut dapat terjadi akibat beberapa faktor mulai dari jenis

fluida yang mengalir di dalam pipa serta faktor temperatur fluida yang mengalir. Fluida yang mengalir pada proses ini adalah asam fosfat dengan temperatur 32°C. Temperatur tersebut dapat mempengaruhi laju korosi pada material yang digunakan. Material yang digunakan adalah Stainless Steel 316L, material ini pun tidak dapat menahan laju korosi yang terjadi.

Korosi yang terjadi pada proses pre-treatment ini dapat mengakibatkan shutdown pada pabrik. Apabila terjadi shutdown, maka pabrik tersebut akan mengalami kerugian karena tidak dapat menghasilkan Sodium Tripolyphosphate. Oleh karena itu, pencegahan terhadap korosi pada jalur pipa ini dapat mencegah kerugian akibat produksi.

Untuk meminimalisir terjadinya korosi diperlukan riset serta penelitian terhadap laju korosi pada sistem tersebut serta menentukan metode yang sesuai. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimalisir terjadinya korosi adalah dengan penambahan inhibitor. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis ingin mengangkat suatu penelitian dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR, KONSENTRASI DAN TEMPERATUR TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL STAINLESS STEEL 316L”. Penelitian ini akan menitik beratkan perbandingan dari penambahan inhibitor ekstrak kopi dan Natrium Nitrit (NaNO₂) dengan

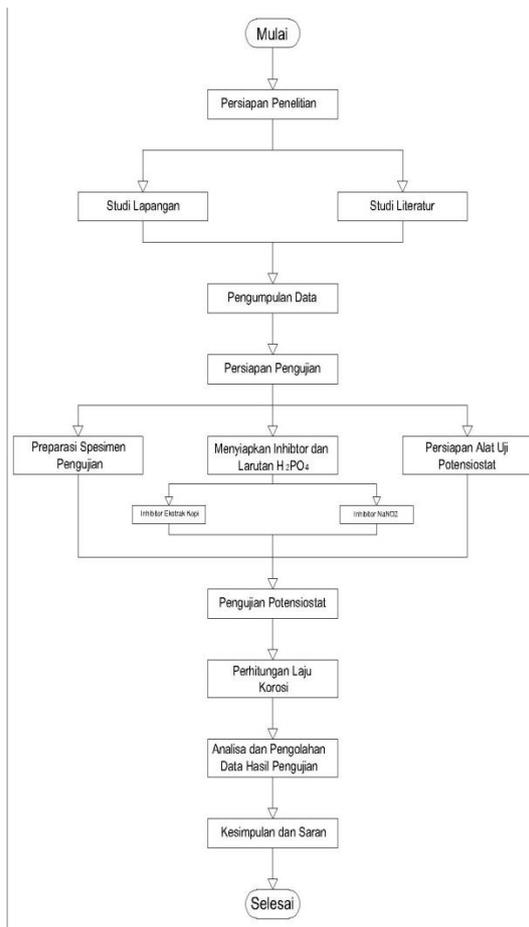
menggunakan konsentrasi inhibitor sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm dan pada temperatur 35°C, 45°C, 55°C.

2. METODOLOGI .

Pada awalnya pelat material Stainless Steel 316L dipotong dengan ukuran panjang 20 mm, lebar 10 mm dengan jumlah sesuai dengan variasi yang digunakan pada pengujian ini. Spesimen dipotong menggunakan gerinda potong. Dimensi spesimen menyesuaikan spesifikasi alat uji dan berjumlah 24 buah yang kemudian di replikasi dua kali sehingga menjadi 48 buah. Kemudian permukaan spesimen dihaluskan dengan melakukan penggrindaan atau amplas agar saat pengujian korosi yang terjadi bisa merata. Spesimen yang akan dilakukan uji terlebih dahulu dibersihkan menggunakan methanol selama 5 menit, lalu dikeringkan [2].

2.1 Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir pada penelitian ini :



2.2 Laju Korosi

Polarisasi merupakan parameter yang penting yang memungkinkan untuk membuat pernyataan – pernyataan tentang laju korosi. Hal ini terjadi karena laju korosi dan kerapatan arus mempunyai kaitan langsung. Polarisation atau

penyimpangan dari potensial kesetimbangan disini sama dengan gabungan polarisasi anoda pada logam dan polarisasi katoda pada lingkungannya. Setelah dilakukan pengujian dan di dapatkan hasil kerapatan arus (Icorr) dimana akan menjadi variabel perhitungan mencari laju korosi sesuai dengan standar ASTM G102. Persamaan untuk menghitung laju korosi setelah melauhi pengujian potensiostat, yaitu :

$$CR = 3.27 \times 10^{-3} \frac{I_{corr}}{\rho} E_w \tag{1}$$

Dimana :

- CR** = Laju korosi
- ρ = massa jenis material
- I corr** = kerapatan arus
- E_w = berat equivalent

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Korosi dengan Metode Potensiostat test

Pengujian potensiostat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui laju korosi pada setiap spesimen yang akan diuji. Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan jenis inhibitor, konsentrasi inhibitor dan temperatur pada setiap pengujiannya. Pengujian potensiostat dilakukan setelah persiapan bahan telah dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan inhibitor ekstrak kopi dan natrium nitrit dimana hasilnya akan ditunjukkan pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 1 Hasil Pengujian dengan Inhibitor Ekstrak Kopi

Inhibitor	Konsentrasi (ppm)	Temperatur (°C)	Replik asi	Laju Korosi (mmpy)	Rata-rata
-	0	35	Repl 1	0,11546	0,108665
			Replik asi 2	0,10187	
-	0	45	Replik asi 1	0,11392	0,12333
			Replik asi 2	0,13274	
-	0	55	Replik asi 1	0,12483	0,13087
			Replik asi 2	0,13691	
Ekstrak Kopi	100	35	Replik asi 1	0,083603	0,081
			Replik asi 2	0,078396	
Ekstrak Kopi	100	45	Replik asi 1	0,089312	0,088904
			Replik asi 2	0,088496	
Ekstrak Kopi	100	55	Replik asi 1	0,088652	0,090672
			Replik asi 2	0,092692	
Ekstrak Kopi	200	35	Replik asi 1	0,063489	0,065609
			Replik asi 2	0,067729	
Ekstrak Kopi	200	45	Replik asi 1	0,068498	0,07048
			Replik asi 2	0,072461	
Ekstrak Kopi	200	55	Replik asi 1	0,078014	0,077108
			Replik asi 2	0,076201	
Ekstrak Kopi	300	35	Replik asi 1	0,050004	0,050521

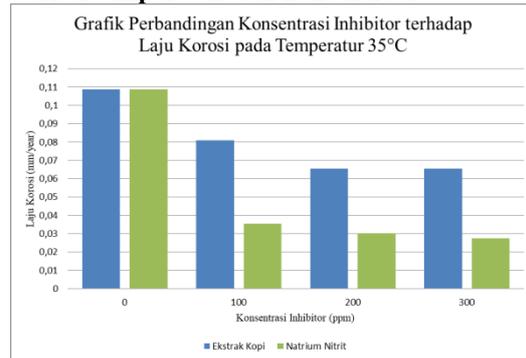
			Replik asi 2	0,051038	
Ekstrak Kopi	300	45	Replik asi 1	0,052678	0,052256
			Replik asi 2	0,051834	
Ekstrak Kopi	300	55	Replik asi 1	0,052482	0,053153
			Replik asi 2	0,053823	

Tabel 2 Hasil Pengujian dengan Inhibitor Natrium Nitrit

Inhibitor	Konsentrasi (ppm)	Temp eratur (°C)	Replik asi	Laju Korosi (mmpy)	Rata-rata
-	0	35	Replik asi 1	0,11546	0,108665
			Replik asi 2	0,10187	
-	0	45	Replik asi 1	0,11392	0,12333
			Replik asi 2	0,13274	
-	0	55	Replik asi 1	0,12483	0,13087
			Replik asi 2	0,13691	
Natrium Nitrit	100	35	Replik asi 1	0,034586	0,035359
			Replik asi 2	0,036132	
Natrium Nitrit	100	45	Replik asi 1	0,048538	0,047362
			Replik asi 2	0,046185	
Natrium Nitrit	100	55	Replik asi 1	0,045227	0,046736
			Replik asi 2	0,048244	
Natrium Nitrit	200	35	Replik asi 1	0,032183	0,030284
			Replik asi 2	0,028384	
Natrium Nitrit	200	45	Replik asi 1	0,032101	0,034142
			Replik asi 2	0,036182	
Natrium Nitrit	200	55	Replik asi 1	0,041678	0,039904
			Replik asi 2	0,038129	
Natrium Nitrit	300	35	Replik asi 1	0,026719	0,027441
			Replik asi 2	0,028163	

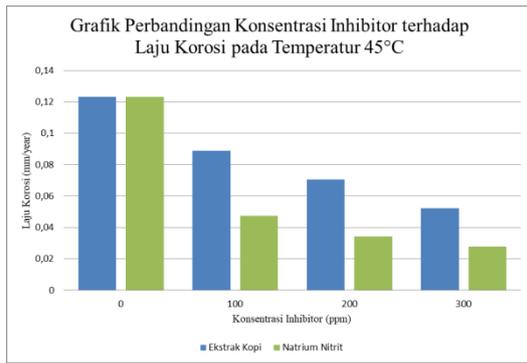
Natrium Nitrit	300	45	Replik asi 1	0,026346	0,027731
			Replik asi 2	0,029115	
Natrium Nitrit	300	55	Replik asi 1	0,034542	0,033363
			Replik asi 2	0,032183	

3.2 Analisa perbandingan Laju korosi dengan variasi temperatur dan konsentrasi



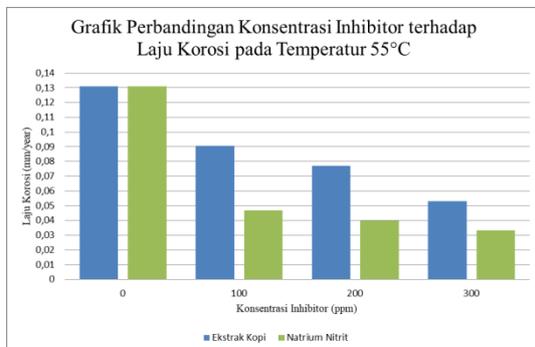
Gambar 1 Grafik Laju Korosi pada Temperatur 35°C

Grafik pada gambar di atas menunjukkan perbandingan hasil laju korosi dengan menggunakan inhibitor ekstrak kopi dan inhibitor natrium nitrit pada temperatur 35°C. Grafik tersebut menunjukkan laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan menggunakan jenis inhibitor yang berbeda. Nilai laju korosi yang terjadi pada temperatur 35°C untuk inhibitor dengan konsentrasi 0 ppm (tanpa inhibitor) didapatkan sebesar 0,108665 mm/year. Perbandingan nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 100 ppm didapatkan sebesar 0,0809995 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,035359 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 200 ppm didapatkan bahwa nilai laju korosinya sebesar 0,065609 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi, dan 0,0302835 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Sedangkan untuk nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 300 ppm didapatkan nilai laju korosi sebesar 0,065609 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,027441 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Grafik di atas menunjukkan penurunan laju korosi pada inhibitor ekstrak kopi dan inhibitor natrium nitrit yang berarti bahwa kedua inhibitor ini memiliki pengaruh terhadap nilai laju korosi pada temperatur 35°C.



Gambar 2 Grafik Laju Korosi pada Temperatur 45°C

Grafik pada gambar 2 menunjukkan perbandingan hasil laju korosi dengan menggunakan inhibitor ekstrak kopi dan inhibitor natrium nitrit pada temperatur 45°C. Grafik tersebut menunjukkan laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan menggunakan inhibitor yang berbeda. Nilai laju korosi yang terjadi pada temperatur 45°C untuk inhibitor dengan konsentrasi 0 ppm (tanpa inhibitor) didapatkan sebesar 0.12333 mm/year. Perbandingan nilai laju korosi berikutnya adalah yang terjadi pada konsentrasi 100 ppm dimana didapatkan nilai sebesar 0,088904 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,0473615 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 200 ppm didapatkan bahwa nilai laju korosinya sebesar 0,0704795 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,0341415 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Sedangkan untuk nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 300 ppm didapatkan nilai laju korosinya sebesar 0,052256 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,0277305 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Grafik di atas menunjukkan penurunan laju korosi yang terjadi pada inhibitor ekstrak kopi dan inhibitor natrium nitrit. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kopi dan natrium nitrit memiliki pengaruh terhadap nilai laju korosi.



Gambar 3 Grafik Laju Korosi pada Temperatur 55°C

Grafik diatas menunjukkan perbandingan hasil laju korosi dengan menggunakan inhibitor

ekstrak kopi dan inhibitor natrium nitrit pada temperatur 55°C. Grafik tersebut menunjukkan laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan menggunakan dua jenis inhibitor yang berbeda. Nilai laju korosi yang terjadi pada temperatur 55°C untuk inhibitor dengan konsentrasi 0 ppm (tanpa inhibitor) didapatkan sebesar 0.13087 mm/year. Perbandingan nilai laju korosi berikutnya adalah yang terjadi pada konsentrasi 100 ppm dimana didapatkan nilai sebesar 0,090672 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,0467355 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 200 ppm didapatkan bahwa nilai laju korosinya sebesar 0,0771075 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan nilai laju korosi sebesar 0,0399035 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Sedangkan untuk nilai laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 300 ppm didapatkan nilai laju korosinya sebesar 0,0531525 mm/year untuk inhibitor ekstrak kopi dan 0,0333625 mm/year untuk inhibitor natrium nitrit. Grafik di atas menunjukkan penurunan laju korosi yang terjadi pada inhibitor ekstrak kopi dan inhibitor natrium nitrit. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kopi dan natrium nitrit memiliki pengaruh terhadap nilai laju korosi.

4. KESIMPULAN

- a. Dari pengujian laju korosi dengan metode potensiostat test yang dilakukan dengan hasil rata-rata dari setiap variabel menunjukkan nilai laju korosi terendah menggunakan inhibitor natrium nitrit dengan konsentrasi 300 ppm pada temperatur 35°C yaitu sebesar 0,027441 mm/year. Sedangkan pada inhibitor ekstrak kopi memiliki nilai laju korosi sebesar 0,050521 mm/year yang didapat pada temperatur 35°C dengan konsentrasi 300 ppm. Hal ini menunjukkan penggunaan inhibitor natrium nitrit memiliki nilai laju korosi yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan inhibitor ekstrak kopi.
- b. Pengaruh konsentrasi berbanding terbalik dengan nilai laju korosi, dimana semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan maka nilai laju korosi akan semakin rendah. Sebaliknya, semakin rendah konsentrasi inhibitor maka nilai laju korosi akan semakin tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai laju korosi pada setiap penggunaan inhibitor di semua suhu dimana nilai laju korosi terendah dari penggunaan inhibitor natrium nitrit adalah pada 300 ppm dengan nilai laju korosi sebesar 0,027441 mm/year sedangkan untuk penggunaan ekstrak kopi pada 300 ppm dengan nilai laju korosi 0,050521 mm/year.

- c. Pengaruh temperatur dengan laju korosi adalah berbanding lurus, dimana semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi nilai laju korosinya. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah temperatur maka nilai laju korosinya akan semakin rendah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai laju korosi pada penggunaan inhibitor di segala kondisi dimana nilai laju korosi tertinggi dari penggunaan inhibitor natrium nitrit adalah pada temperatur 45°C yakni sebesar 0,0473615 mm/year. Sedangkan untuk penggunaan inhibitor ekstrak kopi nilai laju korosi ditunjukkan pada temperatur 55°C yakni 0,090672 mm/year.

- [4] Setiawan, F. (2019). Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Ekstrak Daun Teh (*Camellia Sinesis*) pada Fluida Tryethylene Glycol Terhadap Laju Korosi Material Nozzle A 106 Grade B. *Proceeding 4th Conference of Piping Engineering and its Application*, (hal. 265-270). Surabaya.

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:

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

6. PUSTAKA

- [1] Amalia, I. (2016). Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) dan Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) sebagai Inhibitor Organik pada API 5L Grade B di Lingkungan NaCl 3,5% pH4. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Ganesya, A. B. (2018). Pengaruh Variasi Kelembaban , Temperatur Dan Ketebalan Cat Pada Material a53 Grade B Terhadap Laju Korosi Di Pt Pjb Ubjom Pacitan. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and its Application*, (hal. 151-156). Surabaya.
- [3] Kunchoro, D. B. (2018). Perbandingan Inhibitor NaNO₃ dan K₂CrO₄ pada Material *Stainless Steel* 316L Terhadap Laju Korosi Fluida *Sulfuric Acid* PT. Petrokimia Gresik. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and its Application*, (hal. 229-234). Surabaya.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)