

# ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR KALSIMUM KARBONAT DAN EKSTRAK DAUH TEH (*CAMELLIA SINENSIS*) PADA FLUIDA *TRYETHYLENE GLYCOL* TERHADAP LAJU KOROSI MATERIAL *NOZZLE A 106 GRADE B*

Fadhil Setiawan.<sup>1\*</sup>, Pranowo Sidi<sup>2</sup>, Fipka Biso<sup>3</sup>

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: setiawanfadhil23@gmail.com<sup>1\*</sup>

---

**Abstract** - A company engaged in the oil and gas industry. This company is from a branch of an international company from Australia, this company meets domestic gas needs. The network system in this company is designed safely. But there are a few problems that occur on one vessel that is on the Onshore Processing Facility. The vessel experienced thickness thinning in various places after being inspected and also found leaking on one of the nozzles that were on the vessel. Vessels that are at the plant do not have deep corrosion protection, this is very possible for a rapid corrosion rate. And also added to the operating time which has reached 9 years. From the description above, this final project will conduct a research on corrosion control with the addition of inhibitors with the test material according to the existing nozzle on the vessel, namely A 106 Gr B. The inhibitors used are calcium carbonate and Extraction of Tea Leaves (*Camellia Sinensis*) with variations in doses of 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm and 300 ppm. The test was carried out by POTENSIOSTAT method with different temperatures, namely 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C and 50 °C. After testing, data will be obtained to find the value of the corrosion rate. Then a comparison of the two inhibitors is made which is more effective in controlling the corrosion rate. The results of the tests that have been done show that the value of the corrosion rate at a temperature of 50 °C and a concentration of 300 ppm inhibitors of calcium carbonate 0.0296 mm / y with efficiency of 0.21% while the Extraction of Tea Leaves inhibitors (*Camellia Sinensis*) is 0.0212 with inhibitor efficiency of 0.43%. From these results it can be concluded that the addition of the Tea Leaf Extract (*Camellia Sinensis*) more effective inhibitor from calcium carbonate inhibitors.

**Keywords:** temperature, ppm, inhibitors, potensioestat, corrosion rate

---

## Nomenclature

Cr	= Corrosion Rate (mpy)
K	= 3.45 x 10 <sup>6</sup>
D	= Density of Spesimen (gr/cm <sup>2</sup> )
A	= Area of Spesimen (cm <sup>2</sup> )
i	= Curent Density (μ A/cm <sup>2</sup> )
Einh	= Efisiensi Inhibitor (%)
Ppm	= Part Per Million
Ew	= Berat Equivalent
ρ	= Massa Jenis Material

## 1. PENDAHULUAN

Pressure Vessel atau disebut bejana tekan (dalam bahasa Indonesia) merupakan wadah tertutup yang dirancang untuk menampung cairan atau gas pada temperatur yang berbeda dari temperatur lingkungan. Bejana tekan digunakan untuk bermacam-macam aplikasi di berbagai sektor industri seperti industri kimia (*petrochemical plant*), energi (*power plant*), minyak dan gas (*oil & gas*), nuklir, makanan, bahkan sampai pada peralatan rumah tangga seperti boiler pemanas air atau *pressure*

*cooker* (Syaed,2010). Pressure vessel banyak ditemui pada suatu industri pengolahan gas atau minyak di luar negeri dan di Indonesia. PT X merupakan perusahaan multinasional yang bergerak pada bidang industri gas dan minyak, dimana PT X banyak menggunakan pressure vessel untuk menampung fluida yang akan di proses dari sumur yang berada dalam laut menuju fasilitas pengolahan di Onshore. Dalam pengolahan gas dari sumur menuju konsumen terdapat suatu proses yang sangat penting yaitu proses dehidrasi gas, proses ini terjadi pada *dehydration package*. Terdapat 4 vessel dalam *dehydration package* yaitu V-100 Flash Tank, V-130 Teg Regenerator, V-150 Teg Still Columm dan V-160 Teg Surge Drum. *Dehydration package* ini memiliki fungsi utama untuk memproses wet gas dari sumur menjadi dry gas. Aplikasi dilapangan, terdapat beberapa *nozzle neck* pada vessel V-160 Teg Surge Drum yang mengalami kerusakan dan penipisan ketebalan. Pada saat dilakukan *preventif maintance* pada tahun 2017 sudah terdapat indikasi penipisan yang cukup besar. Saat kesalahan terjadi pada

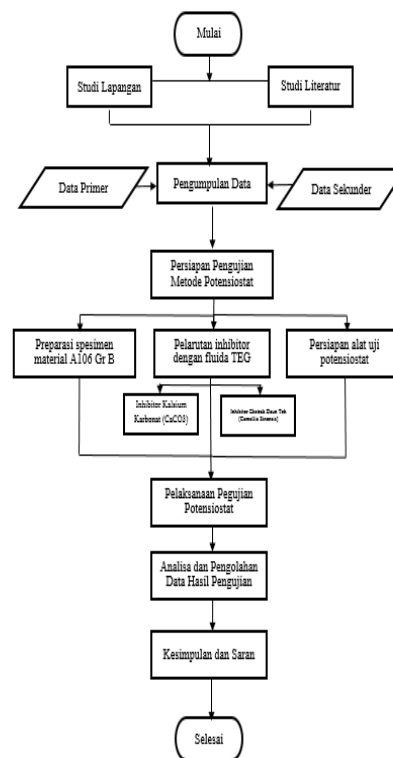
tahun 2018 pada V-160 Teg Surge Drum, vessel ini harus diganti dikarenakan penipisan ketebalan tersebut terjadi di berbagai tempat dan terdapat indikasi leaking (kebocoran). Pada *nozzle neck* N8A-C terjadi indikasi leaking yang besar. Penyebab leaking dikarenakan masih terdapat kandungan air dan suhu dari proses regeneration *glycol* dalam vessel V-130 Teg Regenerator yang belum sempurna sehingga *glycol* yang masuk V-160 Teg Surge Drum masih terkontaminasi sedikit air. Suhu aktual dari V-160 Teg Surge drum pada keadaan operasi adalah antara 40-42°C. Pada V-160 Teg Surge Drum tidak ada proteksi korosi, hanya coating pada bagian luar dan dalam. Proteksi korosi bisa dilakukan agar usia dari vessel bisa diperpanjang karena laju korosi akan bekurang. Karena pada dasarnya korosi tidak bisa dihilangkan namun bisa dikendalikan. Dibawah ini merupakan gambar dari *nozzle* yang mengalami *leaking*. Proses regeneration pada V-130 Teg Regenerator dengan cara memanaskan *Rich Glycol* (*glycol* yang mengandung air) dengan alat pemanas secara elektrik agar menjadi *lean glycol* (*glycol* murni) yang akan digunakan untuk proses berikutnya. *Lean Glycol* akan masuk V-160 Teg Surge Drum. *Glycol* sendiri berfungsi untuk menangkap moisture air yang terkandung dalam gas sehingga gas dapat menjadi *dry gas*. Proses tersebut terjadi pada V-150 Still Column. *Nozzle neck* tersebut merupakan baja karbon A106 Grade B dengan pengoperasian yang sudah berproduksi dengan pengoperasian vessel selama kurang lebih 9 tahun mengakibatkan kegagalan mekanis pada *nozzle neck*. Hal ini memungkinkan terjadinya korosi, crack, penipisan ketebalan, penurunan sifat mekanik dan perubahan struktur mikro *nozzle* dan shell vessel. Permasalahan ini sering terjadi dan dapat membahayakan bagi vessel serta juga dapat menurunkan efisiensi daya kerja sistem. Produksi untuk konsumen juga akan terganggu karena penurunan kualitas tersebut.

Dari uraian latar belakang di atas, penulis ingin mengangkat suatu penelitian dengan judul **“Analisa pengaruh penambahan inhibitor kalsium karbonat dan *Camellia Sinensis* pada fluida *triethylene glycol* terhadap laju korosi material *Nozzle A 106 Grade B*”**. Penelitian ini menitikberatkan pada perbandingan kedua inhibitor. Dengan variasi dosis dari inhibitor 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm pada suhu kamar dan pada suhu konstan 30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis inhibitor yang tepat dan bisa menjadi pertimbangan untuk PT X.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Metodologi Penelitian

Berikut ini adalah metodologi yang digunakan :



### 2.2 Laju Korosi

Metode Polarisation 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 polarisation anoda pada logam dan polarisation katoda pada lingkungannya. Setelah dilakukan pengujian dan di dapatkan hasil kerapatan arus ( $I_{corr}$ ) dimana akan menjadi variabel perhitungan mencari laju korosi sesuai dengan standar ASTM G102. Persamaan untuk menghitung laju korosi setelah melalui pengujian potensiostat, yaitu:

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

- CR = Laju korosi
- $i_{corr}$  = Kerapatan arus
- $E_w$  = Berat equivalent
- $\rho$  = Massa jenis material

### 2.3 Efisiensi Inhibitor

Setelah diketahui laju korosi dari material yang diuji selanjutnya menghitung persentase

proteksi yang dilakukan inhibitor yang digunakan, menggunakan persamaan dari *Handbook of Corrosion Engineers Chapter 10 Corrosion Inhibitor*

$$Einh = \frac{CR_o - CR_1}{CR_o}$$

Einh = Efisiensi Inhibitor (%)  
 CR<sub>o</sub> = Laju korosi tanpa inhibitor (mm/y)  
 CR<sub>1</sub> = Laju korosi dengan inhibitor (mm/py)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian dan Perhitungan Laju Korosi

Dari hasil pengujian dan perhitungan laju korosi di dapatkan hasil sebagai tabel 1, 2, 3 dan 4 berikut.

**Tabel 1.** Hasil pengujian inhibitor Kalsium Karbonat

No	Material	Inhibitor	Ppm	Temperatur (celcius)	Icorr
1	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	0	30	4.38725E-07
2	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	0	35	8.2152E-07
3	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	0	40	9.604E-07
4	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	0	45	1.11953E-06
5	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	0	50	3.2027E-06
6	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	100	30	4.7033E-07
7	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	100	35	7.3489E-07
8	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	100	40	9.7139E-07
9	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	100	45	6.28E-06
10	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	100	50	2.92E-06
11	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	200	30	8.83985E-07
12	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	200	35	8.74E-07
13	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	200	40	1.30E-06
14	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	200	45	2.95E-06
15	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	200	50	4.56E-06
16	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	300	30	9.21E-07
17	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	300	35	1.85E-06
18	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	300	40	2.13E-06
19	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	300	45	2.38E-06
20	A106 Gr. B	Kalsium Karbonat	300	50	2.54E-06

**Tabel 2.** Hasil pengujian inhibitor Ekstrak Daun Teh (Camelia Sinensis)

No	Material	Inhibitor	Ppm	Temperatur (celcius)	Icorr
1	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	0	30	4.38725E-07
2	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	0	35	8.2152E-07
3	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	0	40	9.604E-07
4	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	0	45	1.11953E-06
5	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	0	50	3.2027E-06

6	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	100	30	4.70E-07
7	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	100	35	7.35E-07
8	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	100	40	9.71E-07
9	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	100	45	2.89E-05
10	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	100	50	2.96E-05
11	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	200	30	5.04E-07
12	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	200	35	5.61E-07
13	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	200	40	9.2099E-07
14	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	200	45	1.31E-06
15	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	200	50	2.44E-06
16	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	300	30	4.96E-07
17	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	300	35	5.84E-07
18	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	300	40	8.74E-07
19	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	300	45	1.12E-06
20	A106 Gr. B	Camelia Sinensis	300	50	1.83E-06

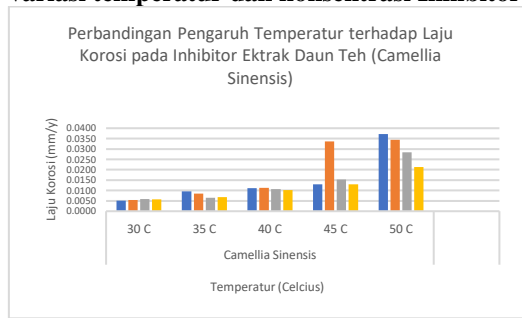
**Tabel 3.** Hasil perhitungan laju korosi dengan inhibitor Kalsium Karbonat

No	Inhibitor	Ppm	Temp eratur (celci us)	Ew (berat equivalent )	ρ ( massa jenis material)	Laju korosi (mm/y)
1	Kalsium Karbonat	0	30	27.9235	7.85	0.0051032
2	Kalsium Karbonat	0	35	27.9235	7.85	0.0095558
3	Kalsium Karbonat	0	40	27.9235	7.85	0.0111712
4	Kalsium Karbonat	0	45	27.9235	7.85	0.0130222
5	Kalsium Karbonat	0	50	27.9235	7.85	0.0372533
6	Kalsium Karbonat	100	30	27.9235	7.85	0.0054708
7	Kalsium Karbonat	100	35	27.9235	7.85	0.0085481
8	Kalsium Karbonat	100	40	27.9235	7.85	0.011299
9	Kalsium Karbonat	100	45	27.9235	7.85	0.0730083
10	Kalsium Karbonat	100	50	27.9235	7.85	0.0339859
11	Kalsium Karbonat	200	30	27.9235	7.85	0.0102824
12	Kalsium Karbonat	200	35	27.9235	7.85	0.0101662
13	Kalsium Karbonat	200	40	27.9235	7.85	0.0151493
14	Kalsium Karbonat	200	45	27.9235	7.85	0.0343139
15	Kalsium Karbonat	200	50	27.9235	7.85	0.053033
16	Kalsium Karbonat	300	30	27.9235	7.85	0.0107128
17	Kalsium Karbonat	300	35	27.9235	7.85	0.0215107
18	Kalsium Karbonat	300	40	27.9235	7.85	0.0247932
19	Kalsium Karbonat	300	45	27.9235	7.85	0.0276605
20	Kalsium Karbonat	300	50	27.9235	7.85	0.0295658

**Tabel 4.** Hasil perhitungan laju korosi inhibitor Ekstrak daun teh (Camelia Sinensis)

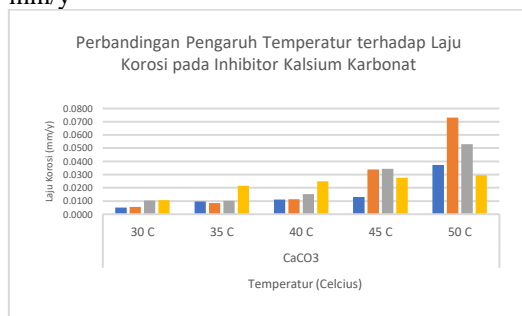
No	Inhibitor	Ppm	Temperatur (celcius)	Ew (berat equivalent )	ρ ( massa jenis material)	Laju korosi (A/cm2)
1	Camelia Sinensis	0	30	27.9235	7.85	0.0051032
2	Camelia Sinensis	0	35	27.9235	7.85	0.0095558
3	Camelia Sinensis	0	40	27.9235	7.85	0.0111712
4	Camelia Sinensis	0	45	27.9235	7.85	0.0130222
5	Camelia Sinensis	0	50	27.9235	7.85	0.0372533
6	Camelia Sinensis	100	30	27.9235	7.85	0.0054708
7	Camelia Sinensis	100	35	27.9235	7.85	0.0085481
8	Camelia Sinensis	100	40	27.9235	7.85	0.011299
9	Camelia Sinensis	100	45	27.9235	7.85	0.0335648
10	Camelia Sinensis	100	50	27.9235	7.85	0.0344395
11	Camelia Sinensis	200	30	27.9235	7.85	0.0058566
12	Camelia Sinensis	200	35	27.9235	7.85	0.0065246
13	Camelia Sinensis	200	40	27.9235	7.85	0.0107128
14	Camelia Sinensis	200	45	27.9235	7.85	0.0152191
15	Camelia Sinensis	200	50	27.9235	7.85	0.0283817
16	Camelia Sinensis	300	30	27.9235	7.85	0.0057688
17	Camelia Sinensis	300	35	27.9235	7.85	0.0067938
18	Camelia Sinensis	300	40	27.9235	7.85	0.0101662
19	Camelia Sinensis	300	45	27.9235	7.85	0.0130222
20	Camelia Sinensis	300	50	27.9235	7.85	0.021249

### 3.2 Analisa perbandingan laju korosi dengan variasi temperatur dan konsentrasi Inhibitor



Gambar 3.1 Grafik perbedaan laju korosi inhibitor ekstrak daun teh (Camellia Sinensis)

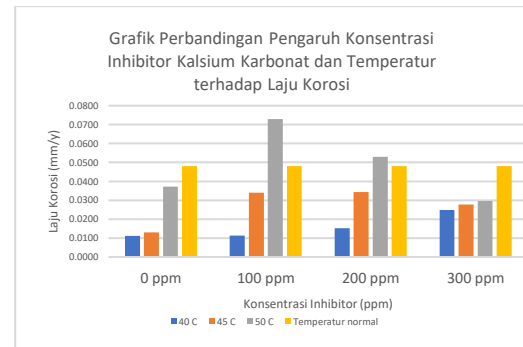
Grafik diatas menunjukkan adanya pengaruh temperatur pada pengujian laju korosi dengan penambahan inhibitor *Camellia Sinensis* yang mempunyai pengaruh secara signifikan dimana penurunan nilai laju korosi dari temperatur 30 °C sampai 50 °C. Dimana pada temperatur tertinggi yaitu 50 °C terjadi penurunan laju korosi, yang seharusnya semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi laju korosi. Nilai laju korosi yang dihasilkan pada temperature tertinggi dan konsentrasi inhibitor 300 ppm adalah 0,0212 mm/y



Gambar 3.2 Perbedaan laju korosi inhibitor Kalsium Karbonat

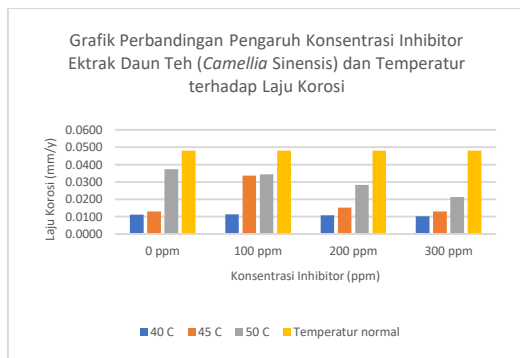
Dari grafik diatas menunjukkan adanya pengaruh temperatur pada pengujian laju korosi dengan penambahan inhibitor Kalsium Karbonat. Namun pada percobaan temperatur 30 °C sampai dengan 40 °C inhibitor tidak bekerja atau tidak memiliki pengaruh sehingga nilai laju korosi semakin naik berbanding lurus dengan dengan naiknya temperatur. Pada suhu 45 °C dan 50 °C inhibitor mempengaruhi laju korosi sehingga menjadi turun. Pada temperature 50 °C dengan konsentrasi 300 ppm nilai laju korosi adalah 0,0295 mm/y. Dari gambar 3.1 dan 3.2 dapat ditarik kesimpulan bahwa pengaruh temperature berbanding lurus dengan laju korosi dimana semakin tinggi temperatur maka akan semakin besar nilai laju korosi yang bisa terjadi.

### 3.3 Analisa Perbandingan laju korosi pada keadaan Normal



Gambar 3.3 Grafik perbandingan laju korosi inhibitor kalsium karbonat dan keadaan normal

Analisa perbandingan pengaruh inhibitor yang telah dilakukan dengan metode potensiostat. Inhibitor yang digunakan adalah inhibitor kalsium karbonat dengan pembanding yaitu pada keadaan normal di lapangan. Untuk hasil nilai laju korosi yang digunakan untuk menganalisa pada bahasan ini terdapat pada lampiran C yang berisi dokumen inspeksi dari perusahaan. Untuk variasi temperatur yang di gunakan pada pengujian potensiostat yaitu 35 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C dan 50 °C karena pada temperatur lapangan yaitu 40-41 °C. Grafik di atas menunjukkan dalam konsentrasi 0 ppm (tanpa inhibitor) laju korosi pada semua variasi temperatur turun dari temperatur normal, konsentrasi 100 ppm pada temperatur 50 °C laju korosi naik menjadi 0.07 mm/y dari temperatur normal hal ini berarti pada temperatur 50 °C dengan konsentrasi 100 ppm tidak menghambat nilai laju korosi. Namun pada temperatur 40 °C serta 45 °C laju korosi turun dari temperatur normal hal ini berarti pada temperatur tersebut inhibitor kalsium karbonat dengan konsentrasi 100 ppm dapat menghambat laju korosi, konsentrasi 200 ppm memiliki grafik yang sama dengan konsentrasi sebelumnya yaitu konsentrasi 100 ppm dimana pada temperatur 50 °C lebih tinggi dari daripada temperatur normal yang berarti pada temperatur 50 °C dengan konsentrasi inhibitor 200 ppm tidak bisa menghambat nilai laju korosi. Namun pada temperatur 45 °C dan 40 °C laju korosi turun dari temperatur normal yang berarti inhibitor kalsium karbonat dengan konsentrasi 200 ppm dapat menghambat nilai laju korosi. Pada konsentrasi 300 ppm laju korosi turun dari semua variasi temperatur 40 °C, 45 °C dan 50 °C. Hal ini berarti inhibitor kalsium karbonat dengan konsentrasi 300 ppm pada temperatur 40 °C, 45 °C dan 50 °C dapat menghambat nilai laju korosi.



Inhibitor yang digunakan adalah inhibitor ekstrak daun teh (*Camellia Sinensis*) dengan pembandingan yaitu pada keadaan normal di lapangan. Untuk hasil nilai laju korosi yang digunakan untuk menganalisa pada bahasan ini terdapat pada lampiran C yang berisi dokumen inspeksi dari perusahaan. Untuk variasi temperatur yang di gunakan pada pengujian potensiostat yaitu 40 °C, 45 °C dan 50 °C karena pada temperatur lapangan yaitu 40-41 °C. Grafik di atas menunjukkan bahwa pada setiap konsentrasi inhibitor dan variasi temperatur laju korosi masih di bawah dari keadaan normal dan inhibitor ekstrak daun teh (*Camellia Sinensis*) dapat disimpulkan bahwa bisa menghambat laju korosi, dengan semakin tinggi konsentrasi inhibitor semakin besar dapat menghambat nilai laju korosi.

#### 4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan pengujian laju korosi Laju korosi dapat diperlambat dengan menambahkan inhibitor Kalsium Karbonat dan Ekstrak Daun Teh (*Camellia Sinensis*). Semakin besar konsentrasi inhibitor dapat memperlambat laju korosi. Dimana penambahan inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camellia Sinensis*) lebih baik daripada Kalsium Karbonat dengan nilai laju korosi 0.021 mm/y pada konsentrasi 300 ppm temperatur 50 °C.

2. Berdasarkan pengujian nilai laju korosi Pengaruh temperatur berbanding lurus dengan nilai laju korosi dimana semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi nilai laju korosi begitu pula sebaliknya semakin rendah temperatur semakin rendah pula nilai laju korosi.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Adam, D. N. (2016). Analisa Perbandingan SACP dan ICCP sebagai Proteksi Katodik untuk Underground Trunkline PGDP. *1st Conference on Piping Engineering and Its Application* (hal. 92-97). Surabaya: PPNS.  
 [2] Arif Rahman, L. O. (2016). Analisa Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Yang Dilapisi Seng Dengan Metode Hot Dip Galvanizing, *1(2)*, 25–29.

[3] Baboian, R. (2002). *Nace Corrosion Engineer's Reference Book Third Edition*. Texas: Nace Internasional.  
 [4] Febrianto. (2010). Analisis Laju Korosi Material Bejana Tekan PWR Dalam Berbagai Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Temperatur.  
 [5] Furqan, M. (2019, Februari 1). *Macam-macam Bentuk Korosi*. Diambil kembali dari Corrosion Engineering: <http://m10mechanicalengineering.blogspot.co.id>  
 [6] Haidir, A., Sari, A., Putri, D., & Nurlaili, E. (1979). Analisa Laju Korosi Paduan Aluminium Feronikel Pada pH Basa dengan Potensiostat, 11–22.  
 [7] Karim, A. A., & Zulkifly A. Yusuf. (2012). Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Tapioka Terhadap Tingkat Laju Korosi Pada Pelat Baja Tangki Ballast Air Laut, *10*, 205–212.  
 [8] Ludiana, Y., & Handani, S. (2012). Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*) Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Sch. 40 Grade B ERW. *Jurnal Fisika Unand*, *1(1)*, 12–18.  
 [9] Sari, D. M., Handani, S., & Yetri, Y. (2013). Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*). *Jurnal Fisika Universitas Andalas*, *2(3)*, 204–211. <https://doi.org/10.1210/er.21.3.215>  
 [10] Thyssenkrupp. *Materials Germany*. [http://www.s-k-h.com/media/de/Service/Werkstoffblaetter\\_englisch/Kesselrohre\\_ASTM/ASTM\\_A106\\_Ts\\_engl](http://www.s-k-h.com/media/de/Service/Werkstoffblaetter_englisch/Kesselrohre_ASTM/ASTM_A106_Ts_engl).

**(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)**