

# ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF INHIBITORS AGAINST THE RATE OF CORROSION OF MATERIALS IN THE SYSTEM OF COOLING FRESH WATER PIPES IN THE ENGINE ROOM KM. SATYA KENCANA

Samuel Hermawan<sup>1\*</sup>, Budi Prasajo<sup>2\*</sup>, Nurvita Arumsari<sup>3\*</sup>

Student of Ship Building of Politechnic Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>  
Teacher of Ship Building Politechnic of Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>  
Teacher of Ship Building Politechnic of Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email: [samuel.hermawan@rocketmail.com](mailto:samuel.hermawan@rocketmail.com)<sup>1\*</sup>; [@gmail.com](mailto:@gmail.com)<sup>2\*</sup>; [Arum.up3d@gmail.com](mailto:Arum.up3d@gmail.com)<sup>3\*</sup>;

**Abstrack** - An obstacle or problem that frequently occur or arise in piping systems are corrosion. Where one of the causes of corrosion is due to temperature. with various methods are used to minimize the corrosion rate is one of them by adding inhibitor in fresh water cooling pipe systems Main Engine that can inhibit the corrosion rate. In this final Task performed testing using the kind of inhibitor Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (sodium Chromate). The purpose of this test is to determine the effect of variation temperature and variations ppm used against corrosion rate of fresh water cooling pipe system Main Engine. Test specimens measuring 50mm, 25mm wide, 3mm thick. The specimens were stored in fresh water solution with a temperature variation of 60 ° C, 70 ° C, 80 ° C, 90 ° C, and each temperature is given variations inhibitor of 0ppm, 150ppm, 250ppm, 350ppm, the test was carried out for 24 hours the method of weight loss method. The results of the testing show that the greatest influence on the rate of corrosion is present on the largest inhibitor inhibitor concentrations Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 350 ppm and temperature 70 ° C by the value of 34.35 mpy. While the value of the rate of corrosion is present on the smallest concentrations of 350 ppm and temperature 90 ° C by the value of 1.38 mpy. Views of the value of efficiency then it can be inferred that the great value of efficiency i.e. 0.8% at a temperature of 90 ° C temperature and 0.6% at a temperature of 60 ° C temperature.

**Key Words:** Corrosion, Inhibitors, Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, Temperature

## 1. PENDAHULUAN

1 Pada main engine KM.Satya Kencana terdapat beberapa kendala yaitu terkorosinya pipa tersebut, karena sudah beberapa tahun digunakan. Dilakukannya *repair* pada kapal tersebut dan diambillah *sample* pipa untuk dilakukan pengujian laju korosi.

2 Lalu dilakukannlah pengujian laju korosi yang disertai dengan penambahan inhibitor 0 ppm, 150 ppm, 250 ppm dan 350 ppm untuk melihat seberapa jauh laju korosi yang terjadi pada temperatur 60°C, 70°C, 80°C dan 90°C.

3 Metode pengujian yang akan dilakukan nanti ialah dengan menggunakan metode *weight loss* dan *two way anova*. Dimana metode *weight loss* dipakai pada saat pengujian di laboratorium sedangkan metode *two way anova*, hanya melihat secara signifikan manakah yang berpengaruh pada laju korosi material *carbon steel grade a53 sch 40*.

## 2. TEORI PENELITIAN.

### 2.1 Formula perhitungan efisiensi inhibitor

$$E_{inh} = \frac{CR_0 - CR_1}{CR_0} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$E_{inh}$  : Efisiensi *Inhibitor* Korosi (%)

$CR_0$  : Kecepatan laju korosi tanpa inhibitor (mpy)

$CR_1$  : Kecepatan laju korosi dengan menggunakan inhibitor (mpy)

### 2.2 Formula perhitungan laju korosi

$$\frac{(K.W)}{(D.A.T)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$K$  : Konstanta (3,45 x 10<sup>6</sup>)

(ASTM G1-03 (2004). *Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen*, American Society for Testing Material, U.S.A).

$D$  : 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)

### 2.3 Formula perhitungan uji *tukey*

$$\bar{y}_i - \bar{y}_j \pm Q_{1-\alpha, k, u} \sqrt{\frac{MSE}{2} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Rumus untuk uji statistik adalah :

$$t_u = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_j}{\sqrt{MSE \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}} \dots \dots \dots (2.4)$$

P-value disesuaikan adalah hasil mengintegrasikan berbagai distribusi untuk uji statistik. Untuk rincian, lihat referensi berikut. Untuk menemukan tingkat kesalahan individu dari tingkat kesalahan simultan, menggunakan rumus berikut :

$$\alpha^* = 2 \left[ 1 - \rho \left( t_u \leq \frac{1}{\sqrt{2}} Q_{1-\alpha, r, n_j - r} \right) \right] \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$\bar{y}_i$  : Rata – rata kombinasi faktor  $i^{th}$

$\bar{y}_j$  : Rata – rata kombinasi faktor  $j^{th}$

$Q$  :  $1 - \alpha$  untuk membandingkan dengan derajat bebas

$k$  : Jumlah untuk membandingkan

$u$  : Derajat kebebasan untuk kesalahan dari model linear

MSE: Kesalahan mean square dari model linear umum

$n_i$  : Jumlah pengamatan dalam kombinasi faktor  $i^{th}$

$n_j$  : Jumlah pengamatan dalam kombinasi faktor  $j^{th}$

### 2.4 Formula perhitungan *dunnet*

$$\bar{y}_i - \bar{y}_j \pm D_{1-\alpha, k-1, u} \sqrt{MSE \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \dots \dots (2.6)$$

Rumus untuk uji statistik adalah :

$$t_u = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_j}{\sqrt{MSE \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}} \dots \dots \dots (2.7)$$

$\bar{y}_i$  : Rata – rata kombinasi faktor  $i^{th}$

$\bar{y}_j$  : Rata – rata tingkat kontrol

$Q$  : Persentil  $\alpha$  bahwa *Dunnet* mengusulkan  $k-1$

$\alpha$  : Tingkat keyakinan -1

$k$  : Jumlah berarti untuk membandingkan

$u$  : Derajat kebebasan untuk kesalahan dari model linear

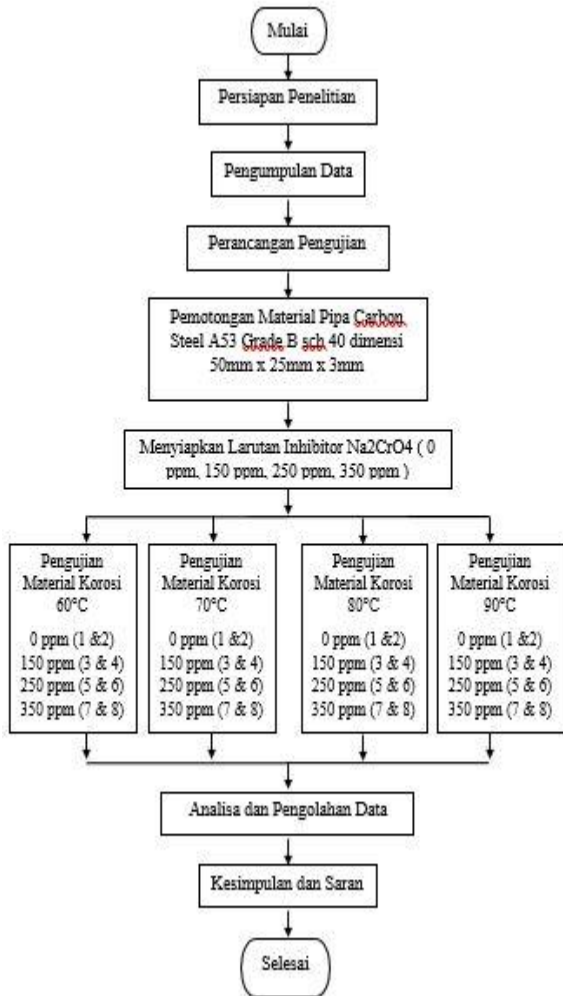
MSE : Kesalahan *mean square* dari model linear umum

$n_i$  : Jumlah pengamatan dalam kombinasi faktor  $i^{th}$

$n_j$  : Jumlah pengamatan dalam tingkat control

### 3. METODOLOGI.

Diagram alir penelitian jurnal ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil pengujian temperatur 60°C - 90°C

Spesimen	Temperatur (°C)	Inhibitor (ppm)	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Sebelum Penyeluphan (gr)	Berat Sesudah Penyeluphan (gr)	Weight Loss (gr)
1	60°C	0 ppm	26,541	25,351	25,340	0,011
2			26,541	25,810	25,803	0,007
3		150 ppm	26,541	24,658	24,649	0,009
4			26,541	24,595	24,586	0,009
5		250 ppm	26,541	26,107	26,101	0,006
6			26,541	25,129	25,123	0,006
7		350 ppm	26,541	26,044	26,041	0,003
8			26,541	25,265	25,262	0,003

Spesimen	Temperatur (°C)	Inhibitor (ppm)	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Sebelum Penyeluphan (gr)	Berat Sesudah Penyeluphan (gr)	Weight Loss (gr)
1	90°C	0 ppm	26,541	25,114	25,104	0,010
2			26,541	25,098	25,083	0,015
3		150 ppm	26,541	23,197	23,189	0,008
4			26,541	24,944	24,937	0,007
5		250 ppm	26,541	25,022	25,018	0,004
6			26,541	25,316	25,312	0,004
7		350 ppm	26,541	25,849	25,847	0,002
8			26,541	24,769	24,767	0,002

### 4.2 Perhitungan Laju Korosi

$$K : 3,45 \times 10^6$$

$$D : 7,86 \text{ gr/cm}^3$$

$$W : 0,011 \text{ gr}$$

$$A : 26,541 \text{ cm}^2$$

$$T : 24 \text{ hour}$$

$$CR = \frac{(K \times W)}{(D \times A \times T)}$$

$$= \frac{(3,45 \times 10^6 \times 0,011)}{(7,86 \times 26,541 \times 24)}$$

$$= 7,58 \text{ mpy}$$

Keterangan :

Perhitungan lainnya tertera pada lampiran.

Spesimen	Weight Loss (gram)	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Density Logam (gr/cm <sup>3</sup> )	Exposure Time (hour)	Corrosion Rate (mpy)	Rata - Rata
1 (0 ppm)	0,011	26,541	7,86	24	5,20	4,26
2 (0 ppm)	0,007	26,541	7,86	24	3,31	
3 (150 ppm)	0,009	26,541	7,86	24	4,25	4,25
4 (150 ppm)	0,009	26,541	7,86	24	4,25	
5 (250 ppm)	0,006	26,541	7,86	24	2,84	2,84
6 (250 ppm)	0,006	26,541	7,86	24	2,84	
7 (350 ppm)	0,003	26,541	7,86	24	2,07	2,07
8 (350 ppm)	0,003	26,541	7,86	24	2,07	

Spesimen	Weight Loss (gram)	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Density Logam (gr/cm <sup>3</sup> )	Exposure Time (hour)	Corrosion Rate (mpy)	Rata - Rata
1 (0 ppm)	0,010	26,541	7,86	24	4,73	5,91
2 (0 ppm)	0,015	26,541	7,86	24	7,09	
3 (150 ppm)	0,008	26,541	7,86	24	3,78	3,55
4 (150 ppm)	0,007	26,541	7,86	24	3,31	
5 (250 ppm)	0,004	26,541	7,86	24	1,89	1,89
6 (250 ppm)	0,004	26,541	7,86	24	1,89	
7 (350 ppm)	0,002	26,541	7,86	24	1,38	1,38
8 (350 ppm)	0,002	26,541	7,86	24	1,38	

### 4.3 Perhitungan Efisiensi Inhibitor

$CR_0$  : Corrosion Rate (Variabel Terkontrol 0 ppm)

$CR_1$  : Corrosion Rate (Variabel Variasi 150 ppm, 250 ppm, 350 ppm)

$$CR_0 = 7,58 \text{ mpy}$$

$$CR_1 = 7,58 \text{ mpy}$$

$$E_{inh} = \frac{CR_0 - CR_1}{CR_0} = \frac{7,58 - 7,58}{7,58} = 0 \%$$

Keterangan :

Perhitungan lainnya tertera pada lampiran.

Spesimen	Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Variasi Temperatur (°C)	Efisiensi Inhibitor (%)	Rata - Rata
1	0	60°	0	0
2	0	60°	0	0
3	150	60°	0,18	0,18
4	150	60°	0,18	0,18
5	250	60°	0,45	0,45
6	250	60°	0,45	0,45
7	350	60°	0,73	0,73
8	350	60°	0,73	0,73

Spesimen	Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Variasi Temperatur (°C)	Efisiensi Inhibitor (%)	Rata - Rata
1	0	90°	0	0
2	0	90°	0	0
3	150	90°	0,2	0,2
4	150	90°	0,3	0,3
5	250	90°	0,6	0,6
6	250	90°	0,6	0,6
7	350	90°	0,8	0,8
8	350	90°	0,8	0,8

#### 4.4 Analisa Visual pengujian laju korosi

Variabel	60°C	90°C
0 ppm	6,20	8,61
150 ppm	6,20	5,17
250 ppm	4,13	2,76
350 ppm	2,07	1,38

Nilai rata – rata laju korosi *carbon steel* berdasarkan inhibitor natrium kromat pada temperatur 60°C dan 90°C

Perbandingan pengaruh temperatur terhadap laju korosi.

#### 4.5 Analisa inferensia

Hasil pengujian metode *two way anova* dengan hipotesis :

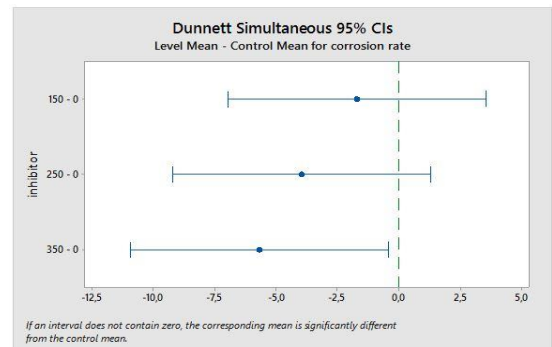


$H_0$  : Tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respon.

$H_1$  : Ada pengaruh perlakuan terhadap respon.

$\alpha$  : 10% (Tingkat Signifikan)

Source	DF	SS	MS	F	P	R-Square
Inhibitor	3	37,280	12,427	8,19	0,059	89%
Temperatur	1	0,058	0,058	0,04	0,858	
Error	3	4,553	1,518			
Total	7	41,891				



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa pengujian visual yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai laju korosi terbesar pada pengujian ini terdapat pada inhibitor  $Na_2CrO_4$  dengan nilai konsentrasi 350 ppm temperatur 60°C dengan nilai sebesar 34,45 mil / year. Dan dengan nilai laju korosi terendah terdapat pada inhibitor  $Na_2CrO_4$  dengan nilai konsentrasi 350 ppm temperatur 90°C sebesar 1,38 mil per year. Dan berdasarkan hasil analisa pengujian inverensia dengan menggunakan metode *two way anova* dengan hanya melibatkan pengujian temperatur 60°C dan 90°C didapat bahwa inhibitor

berpengaruh signifikan terhadap laju korosi dengan nilai  $\alpha = 10\%$ .

2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula laju korosi yang terjadi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur dapat meningkatkan koefisien difusi dari ion-ion, yang berarti meningkatkan laju korosi. Hasil pengujian menunjukkan laju korosi pada temperatur  $70^{\circ}\text{C}$  dengan nilai antara 18,26 mil per year – 34,45 mil per year. Sedangkan laju korosi yang terendah terdapat pada variasi temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  yaitu dengan nilai antara 2,07 mil per year – 6,20 mil per year dan pada temperatur  $90^{\circ}\text{C}$  yaitu dengan nilai antara 1,38 mil per year – 8,61 mil per year. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa besar nilai efisiensi yaitu 0,73% pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  350 ppm dan 0,8% pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  350 ppm.

## 5.2 SARAN

Dari tugas akhir ini terdapat beberapa usulan dan masukan untuk dilakukan pada riset selanjutnya antara lain:

1. Menggunakan jenis inhibitor yang berbeda selain  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ .
2. Melakukan pengujian dengan kondisi fluida mengalir.
3. Melakukan pengujian dengan alat yang konsisten, seperti glass beaker yang volumenya sama besarnya.
4. Penambahan sambungan las pada strip coupon yang akan diuji.
5. Dilakukan pengujian micro dan macro untuk menentukan seberapa besar perubahan pada saat pengujian selesai.

## 6. PUSTAKA

- [1] ASTM G1-03. (2004). (2004), A. (-7. (2008). *Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. U.S.A: American Society for Testing and Meterial.
- [2] B31.3-2012, A. (2008). *Piping Proses, ASME Code for Pressure Piping*. U.S.A: The American Society of Mechanical Engineer.
- [3] Ganda, A. (2014). *Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor  $\text{NaNO}_2$  terhadap laju korosi material SA 53 grade B dalam larutan  $\text{NaCl}$* . PPNS-Surabaya: Perpustakaan PPNS.

[4] Mars G, F. M. (1987). *Corrosion Engineering*. New York.

[5] Mars G, Fontana, McGraw, & Hill. (1987). *Corrosion Engineering*. New York.

[6] R, R. W., & wiley, J. a. (1907). *Corrosion and Corrosion control An Indtroduction to Corrosion Science and Engineering New Engineering*. New York: New Jersey

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan