

## Analisa Terjadinya Kebocoran pada Salah Satu Fitting Sistem Perpipaan Balancing Line Tank pada Line Number 3"- WW – 37012 - 1B

Alfin Rachmat Ardhiyansyah<sup>1\*</sup>, Emie Santoso<sup>2</sup>, Nopem Ariwiyono<sup>3</sup>

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

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

Email : [alfinrachmat@student.ppns.ac.id](mailto:alfinrachmat@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [emie.santoso@ppns.ac.id](mailto:emie.santoso@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [nopem@ppns.ac.id](mailto:nopem@ppns.ac.id)<sup>3</sup>

**Abstract** - Corrosion is an electrochemical process in which atoms will propose acidic substances and form positive ions (cations). This will cause the flow of electrons from one place to another on the metal surface. Corrosion occurs through chemical reactions or electrochemical reactions in metals or metal alloys that occur in corrosive environments. Corrosion reaction process consists of anodic reaction and cathodic reaction, if one of the reactions occurs then it causes corrosion on the metal. In analyzing this time, which is to repair a leak in one of the piping systems installation which is an elbow. Where the elbow must be replaced before the lifetime desired by the company. The main cause of this leak is internal corrosion. Where is this internal corrosion caused by the nature of the material that is not resistant to the nature of the fluid. This corrosion analysis I used the immersion test method, while the immersion test is a material testing for corrosion. Test this material on the ASTM G31-72 standard. The results obtained the average value of the corrosion that is equal to 1.04 mm / year and 9.76 mm / year. As for the lifetime value of 5.24 years and 0.632 years. Testing of this material is done with 2 types of fluids, according to the content in the fluid.

**Keyword** : Corrosion, Lifetime, Immersion Test.

### Nomenclature

Cr	= Corrosion Rate (laju korosi) (mm/year)
K	= Konstanta ( $8,76 \times 10^4$ )
W	= Massa yang hilang (gram)
D	= Density (gram/cm <sup>3</sup> )
A	= Luasan Area (cm <sup>2</sup> )
T	= Durasi pengujian (hour)
T <sub>r</sub>	= remant lifetime (year)
T <sub>acc</sub>	= thickness actual (mm)
T <sub>m</sub>	= thickness minimum (mm)

### 1 PENDAHULUAN

Plant CPP Blok A merupakan industri yang bergerak dibidang pengolahan gas alam. Terdapat beberapa proses di dalam pengolahan gas alam ini yaitu pengeboran sumur gas, proses penginjeksian, proses balancing line/return line tank dan lain-lainnya. Pada proses return line tank, jalur perpipaan berukuran 3" pada salah fittingnya berupa elbow mengalami kegagalan diakibatkan karena korosi internal. Dimana korosi internal diakibatkan oleh tidak tahannya material terhadap sifat fluidanya.

Elbow merupakan jenis komponen pada sistem pipa dengan bentuk yang menekuk pada sudutnya yang bisa dimanfaatkan sudutnya sehingga pipa menjadi lurus[6]. Immersion test

adalah suatu metode yang digunakan dalam pengujian untuk menentukan laju korosi pada sebuah material. Dalam analisa laju korosi ini, bahwa perlu diperhatikan jenis fluida yang akan digunakan, material yang akan diuji, variasi yang diinginkan (seperti variasi pH atau ppm), dan yang lainnya[2]. Pada saat beroperasi sistem perpipaan harus memperhatikan jenis fluida dan material yang digunakan. Dimana itu sangat penting untuk diperhatikan, untuk menghindari terjadinya korosi pada material tersebut[3].

Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan analisa laju korosi pada elbow dijalur sistem perpipaan tersebut. Analisa laju korosi ini mengacu pada standar ASTM G31-72, API 574 dan ASME B31.3.

Berikut merupakan foto salah satu fitting yang mengalami kebocoran.



Gambar 1.1 elbow bagian luar



Gambar 1.2 elbow bagian dalam

## 2 METODOLOGI

### 2.1 Prosedur Penelitian

Jalur pipa dengan *line number* 3"-WW-37012-1B merupakan jalur perpipaan dengan fluida *produced water* yang terhubung ke tanki *produced water*, dimana jalur tersebut dinamakan *return line tank*. Pada jalur tersebut memiliki flowrate sebesar 83.14 gpm dan tekanan sebesar 513 psig. Didalam fluida tersebut memiliki kandungan berupa Cl<sup>-</sup> dan H<sub>2</sub>S. Material elbow yang digunakan yaitu *carbon steel* ASTM A234 Grade WPB[5].

Dari data yang telah diperoleh, analisa yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui besaran nilai laju korosi dan *remaining lifetime*. Analisa ini dilakukan dengan metode pengujian material *immersion test* dan variasi ppm dalam fluida. Analisa yang dilakukan meliputi.

- 1) Laju korosi dengan fluida HCl (10000 ppm).
- 2) Laju korosi dengan fluida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (800 ppm).
- 3) Lifetime pada laju korosi dari material tersebut.

### 2.2 Perhitungan Corrosion Rate

*Corrosion rate* merupakan rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung laju korosi pada sebuah material. Berdasarkan standar ASTM G31-72, untuk mendapatkan nilai laju korosi menggunakan formula sebagai berikut[2].

- 1). Corrosion Rate

$$C_R = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \quad (1)$$

$C_R$  = Corrosion Rate (mm/year)  
 $K$  = Konstanta ( $8.76 \times 10^4$ )  
 $W$  = Massa yang hilang  
 $D$  = Density (gram/cm<sup>3</sup>)  
 $A$  = Luasa Area (cm<sup>2</sup>)  
 $T$  = Durasi pengujian (hour)

### 2.3 Perhitungan Lifetime

*Lifetime* merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan pada kejadian korosi maupun erosi yang terjadi pada sebuah material[4]. Dimana untuk menghitung *lifetime* yang dipengaruhi erosi maupun korosi dapat menggunakan referensi persamaan pada API 570 sebagai berikut.

- 1). *Lifetime* erosi

$$Tr = (t_{act} - t_m) / EL \quad (2)$$

- 2). *Lifetime* korosi

$$Tr = (t_{act} - t_m) / C_R \quad (3)$$

### 2.4 Perhitungan Thickness Minimum

Thickness minimum merupakan minimum ketebalan pada material pipa maupun jenis lain dalam satuan inch atau mm[1]. Untuk mrnghitung thickness minimum ini mrngacu pada referensi ASME B31.3, berikut rumusnya.

- 1) Thickness minimum pipa

$$T_m = \frac{P \times D}{2 (SEW + PY)} \quad (4)$$

- 2) Thickness minimum elbow

$$T_m = \frac{P \times D_o}{2 \left( \frac{S_h E W}{1} + PY \right)} \quad (5)$$

### 2.5 Pengujian Immersion Test

1. Pemotongan material yang akan diuji menjadi ukuran 2.5 cm x 1.5 cm



Gambar 2.1 Pemotongan material menjadi beberapa bagian

2. Penimbangan material dengan timbangan digital



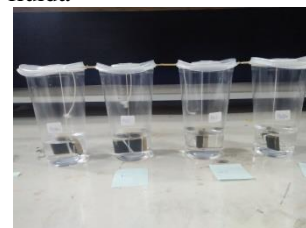
Gambar 2.2 Penimbangan Material

3. Persiapan fluida yang akan digunakan untuk pengujian



Gambar 2.3 Persiapan fluida untuk pengujian

4. Peletakan material yang akan diuji pada setiap fluida



Gambar 2.4 Peletakan material pada fluida

5. Letakkan material yang sudah diletakkan dalam fluida ke ruangan tertentu.



Gambar 2.5 peletakan material yang akan diuji di ruangan tertentu

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Teknis Pipa

Data spesifikasi pipa yang digunakan untuk dapat melakukan perhitungan dan analisa laju korosi serta *lifetime*, dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Data Spesifikasi Pipa

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Material Pipa		ASTM A234 Grade WPB	
Nominal Pipe Size	NPS	3	in
Outside Diameter	OD	3.5	in
Inside Diameter	ID	3.068	in
Nominal Thickness	t	0.300	in
Design Pressure	P	650	psi
Design Temperature	T	210	°F
Specified Minimum Yield Strength	SMYS	35	ksi
Specified Minimum Tensile Strength	SMTS	60	ksi
Allowable Stress	S	20000	psi
Densitas Pipa	$\rho$	7800	kg/m <sup>3</sup>

#### 3.2 Data Spesifikasi Fluida

Data lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data spesifikasi *fluid* pada *line* 3"-WW-37012-1B. Tabel 2 merupakan data spesifikasi *fluid*.

Tabel 3.2. Data Spesifikasi *fluid*

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Jenis Fluida		Produced Water	
Densitas Fluida	$\rho$	988.9799	kg/m <sup>3</sup>
Chloride concentration	Cl	10000	ppm
H <sub>2</sub> S concentration	H <sub>2</sub> S	800	ppm
Viscosity	$\mu$	0.0631	Kg/m.s
Operation Pressure	P	513	psi
Operation Temperature	T	120	°F

#### 3.3 Nilai laju korosi hasil pengujian

Pada persamaan (1) digunakan untuk melakukan perhitungan nilai laju korosi pada pengujian material dengan metode *immersion test*. Nilai laju korosi yang didapatkan, bisa dilihat di tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai laju korosi dari hasil uji material

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Corrosion Rate 1 (HCl)	C <sub>R</sub>	0.455	mm/year
Corrosion Rate 2 (H <sub>2</sub> S)	C <sub>R</sub>	1.04	mm/year
Corrosion Rate 3 (H <sub>2</sub> S)	C <sub>R</sub>	1.18	mm/year
Corrosion Rate 4 (HCl)	C <sub>R</sub>	9.76	mm/year

#### 3.4 Nilai *Lifetime* pada Pengujian Material Korosi

Pada nilai *lifetime* ini, merupakan seberapa tahan lama material tersebut terhadap laju korosi. Berikut hasil nilai *lifetime* pengaruh dari korosi, dapat dilihat di tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai *lifetime* hasil dari pengaruh laju korosi

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
<i>Lifetime</i> 1 (HCl)	T <sub>R</sub>	1.28	year
<i>Lifetime</i> 2 (H <sub>2</sub> S)	T <sub>R</sub>	3.87	year
<i>Lifetime</i> 3 (H <sub>2</sub> S)	T <sub>R</sub>	3.43	year
<i>Lifetime</i> 4 (HCl)	T <sub>R</sub>	0.421	year

### 4 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa laju korosi pada elbow di jalur perpipaan tersebut, menunjukkan bahwa nilai laju korosinya tinggi. Selain itu juga terdapat nilai *lifetime* dari hasil analisa ini tidak sesuai dengan yang diinginkan oleh perusahaan tersebut. Dimana kebocoran elbow ini terjadi sebelum *lifetime* yang telah ditentukan oleh perusahaan sebesar 15 tahun.

### 5 PUSTAKA

- [1] ASME B31.3. (2016). *Process Piping*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
- [2] ASTM G31 (2004). *Standard Practice for Laboratory Immersion Testing of Metals* U.S.A: The American Society for Testing and Material.
- [3] Bagus, I. 2018. Korosi Internal Pada Pipa. <https://docplayer.info/69248219-Manajemen-resiko-korosi-internal-pada-pipa-penyalur-minyak.html>.
- [4] API 570. (2001). *Piping Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping System*. Washington DC: American Petroleum Institute.
- [5] ASTM A 234 (2004). *Standard Specification for piping fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and high temperature service*. U.S.A: The American Society for Testing and Material.

- [6] Muthanna, B. G. N., Amara, M., Meliani, M. H., Mettai, B., Božić, Ž., Suleiman, R., & Sorour, A. A. (2019). Inspection of internal erosion-corrosion of elbow pipe in the desalination station. *Engineering Failure Analysis*, 102(April), 293–302.  
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.04.062>
- [7] Sulistyono, W., Bayuseno, A.P., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., ... Diponegoro, U. (2014). *Analisis Korosi dan Erosi Di Dalam Pipa PDAM Semarang. Online* :<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm> *Jurnal Teknik Mesin S-1* , Vol . 2 , No . 4 , Tahun 2014 *Online*:<http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jtm>. 2(4), 354-363.