

## Analisa Teknis dan Ekonomis pada *Flowline* Stasiun Pengumpul North Kutai Lama terhadap Laju Korosi dan *Lifetime*

Mohamad Nurul Huda<sup>1\*</sup>, Bambang Antoko<sup>2</sup>, Fipka Bisono<sup>3</sup>

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

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

Program Studi D-IV Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email : [m.huda@student.ppns.ac.id](mailto:m.huda@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [bambangantoko@ppns.ac.id](mailto:bambangantoko@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [fipka@ppns.ac.id](mailto:fipka@ppns.ac.id)<sup>3</sup>

**Abstract** - The flowline that connects the production well to the NKL SP of PT Pertamina EP Asset 5 Sangasanga Field is an oil and gas distribution pipeline. The material used is API 5L grade B with a diameter of 4 inches sch 40. The flowline is in a state without support or laydown pipe so that the pipe is in direct contact with the ground. Soil conditions with pH <7 or acidic cause corrosion on the pipe surface. Corrosion can result in a decrease in the quality of the pipe and can be prevented by painting the surface. The painting is chosen based on recommendations from the inspector and the condition of the pipe above the ground. To compare the technical and economic efficiency, variations in the number of layers of paint and the type of paint are used. The types of paint used in coatings are 100mm thick epoxy and alkyd. To find out the quality of the paint layer and the type of paint, the corrosion rate and lifetime calculations are performed. Corrosion rate values are obtained from API 5L grade B material test results using the immersion test method that refers to the ASTM G31-72 standard. The immersion test results showed that the specimen with a coating thickness of 200  $\mu\text{m}$  had the lowest corrosion rate of 0.11209 mm / year and the highest lifetime of 72.3 years. Specimens with a coating thickness of 200  $\mu\text{m}$  require a painting fee of Rp. 61,587.58.

**Keyword** : Flowline, Corrosion, immersion test, API 5L grade B, Nitrat Acid

### Nomenclature

<b>CR</b>	Corrosion Rate (Laju Korosi)(mm/y)
<b>K</b>	Konstanta (8,76 x 10 <sup>4</sup> )
<b>W</b>	Massa yang hilang (gram)
<b>D</b>	Density (gram/cm <sup>3</sup> ) (Appendix xi ASTM G1)
<b>A</b>	Luasan Area (cm <sup>2</sup> )
<b>T</b>	Durasi pengujian (jam)
<b>Tacc</b>	Actual thickness (mm)
<b>Treq</b>	Thickness required (mm)
<b>CR</b>	Corrosion rate (mm/y)
<b>A</b>	Jumlah allowances untuk mengulir, grooving, dan korosi
<b>tn</b>	nominal ketebalan pipa yang memenuhi syarat pressure dan allowance
<b>D</b>	Diameter luar pipa, in (mm)
<b>Pi</b>	Internal design gage pressure,psi (bar)
<b>S</b>	Applicable allowable stress value, psi (MPa)
<b>SMYS</b>	Specified minimum yield strength of pipe, psi (MPa)
<b>F</b>	Desain faktor tidak boleh lebih dari 0,72.
<b>E</b>	Weld joint factor
<b>L</b>	Panjang pipa (mm)
<b>OD</b>	Diameter luar pipa (mm)
<b>Tcat</b>	Wet film thickness based on technical data sheet (mm)

### 1 PENDAHULUAN

PT Pertamina EP Asset 5 Field Sangasanga merupakan anak perusahaan dari PT Pertamina (Persero) yang bergerak di bidang eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi. Untuk memenuhi kebutuhan akan minyak dan gas bumi dalam jumlah yang besar PT Pertamina EP Asset 5 Field Sangasanga mempunyai 171 sumur aktif produksi yang menghasilkan minyak 4498 BPOD (*Barel Oil Per Day*) dan gas 1546 MSCFPD (*Million Standart Cubic Feet per Day*). *Crude oil* dipindahkan melalui pipa-pipa dari sumur ke stasiun pengumpul (SP).Pipa yang digunakan API 5L grade B berukuran 4". baja mudah mengalami korosi yang diakibatkan oleh pengaruh kualitas air pendingin, kondisi operasi seperti laju alir fluida, temperatur, pH, dan desain sistem aliran fluida (flow side shell atau flow tube side). Sampai saat ini, masalah korosi pada pipa penukar panas masih sering dijumpai di sektor industri seperti industri pupuk, petrokimia, pembangkit listrik, minyak dan gas serta sarana transportasi kapal laut[1]. Pada *flowline* yang menghubungkan antara smur dan stasiun pengumpul terjadi *external corrosion* yang menyebabkan terjadinya kebocoran pipa.

Salah satu pencegahan dan perlindungan terhadap korosi dalah dengan cara coating. Coating atau pelapisan adalah cara yang paling sering digunakan untuk mengatasi korosi. Ada 2 jenis pelapisan, yaitu liquid coating dan concrete coating.

Liquid coating adalah melakukan pengecatan pada permukaan baja, agar baja tersebut bisa terlindungi oleh korosi. Sedangkan concrete coating adalah pelapisan baja dengan cara melapisi baja dengan beton, biasanya hal ini dilakukan pada konstruksi – konstruksi bangunan gedung di perkotaan[2].

### 1.1 Definisi Coating

Coating adalah lapisan penutup yang diterapkan pada permukaan sebuah benda dengan tujuan dekoratif maupun untuk melindungi benda tersebut dari kontak langsung dengan lingkungan. Pada sebuah pipa, coating merupakan perlindungan pertama dari korosi. Coating ini diaplikasikan untuk struktur bawah tanah, transisi pipa yang keluar daritanah menuju permukaan dan untuk struktur pipa diatas tanah. Berdasarkan lokasi struktur yang dilindungi maka coating terbagi beberapa jenis yaitu coating yang dapat digunakan untuk struktur bawah tanah, daerah transisi, permukaan tanah, *atmospheric coating*, *internal coating* dan lining. Untuk *coating* struktur bawah tanah (*underground coating*) yang tertanam maupun yang terendam dalam air dimana sangat sulit untuk melakukan maintenance, maka diperlukan perlindungan yang cukup

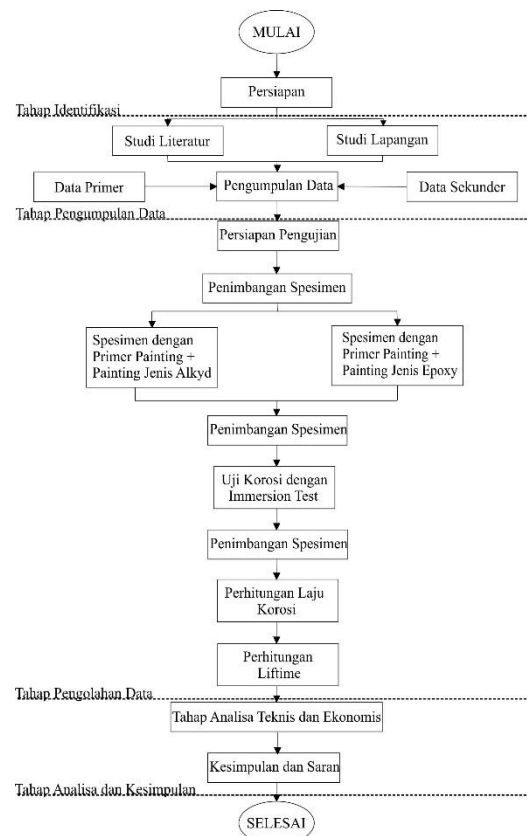
### 1.2 Metode Desain Faktorial

Desain faktorial adalah eksperimen yang semua (hampir semua) taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan atau disilangkan dengan semua (hampir semua) taraf setiap faktor lainnya yang ada dalam eksperimen itu. Dengan kata lain, desain faktorial merupakan suatu eksperimen yang perlakuannya terdiri atas semua kombinasi taraf dari beberapa faktor. Percobaan dengan jumlah f faktor dan jumlah taraf untuk setiap faktornya adalah t taraf, maka dapat disimbolkan dengan percobaan faktorial ft. Tujuan eksperimen faktorial adalah untuk melihat interaksi antara faktor yang kita ujicobakan.

## 2 METODOLOGI

Tahap pengujian diawali dengan pemotongan spesimen berbentuk pipa menjadi pelat dengan ukuran 25mm x 50mm sebanyak 108 spesimen sesuai dengan desain eksperimen faktorial replikasi 2 kali. Tahap kedua yaitu spesimen dibersihkan dari *mill scale* dengan menggunakan *sandblasting* sesuai dengan standart ISO 8501. Tahap Ketiga yaitu spesimen dilakukan pengecatan sesuai variasi 100 µm, 200 µm, 300 µm. Tahap keempat yaitu proses pengujian *immersion* sesuai dengan standart ASTM G31. Tahap kelima yaitu menganalisa pengaruh ketebalan cat terhadap laju korosi.

### 2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Percobaan

### 2.2 Perhitungan Laju Korosi

Berdasarkan [3] dengan metode pengurangan beban atau weight loss, untuk mendapatkan nilai laju korosi menggunakan formula sebagai berikut:

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

### 2.3 Perhitungan Lifetime

Dalam menghitung lifetime menggunakan standar [4] point 7.2. Remaining life calculation (ins, 2010), seperti formula di bawah ini:

$$Lifetime = \frac{T_{acc} - T_{req}}{CR} \quad (2)$$

### 2.4 Perhitungan Thickness Required

Sebelum melakukan perhitungan *lifetime* terlebih dahulu melakukan perhitungan *thickness required* berdasarkan standart [5].

$$T_{req} = \frac{P \times DO}{2((SEW) + PY)} \quad (3)$$

### 2.5 Perhitungan Kebutuhan Cat

volume cat yang dibutuhkan dan biayanya dapat dihitung dengan persamaan 4 dan 5 berikut:

$$Volume \text{ cat} = 2 \times \pi \times OD \times L \times T_{Cat} \quad (4)$$

$$Biaya \text{ cat} = \frac{Volume \text{ cat}}{\text{Satuan volume cat}} \times \text{harga cat} \quad (5)$$

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian menggunakan metode *immersion test* yaitu nilai *weight loss*, laju korosi, *lifetime* dan kebutuh cat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Nilai laju korosi pada jenis cat epoxy

Perlakuan		pH		
		4	5	6
Suhu 30°C	100µm	0,1257	0,0965	0,0887
	200µm	0,0643	0,0799	0,0634
	300µm	0,0799	0,0975	0,0653
Suhu 40°C	100µm	0,1316	0,0965	0,1072
	200µm	0,0868	0,0877	0,0838
	300µm	0,0906	0,0984	0,0984
Suhu 50°C	100µm	0,1716	0,1394	0,1082
	200µm	0,1140	0,0975	0,1121
	300µm	0,1365	0,1277	0,1462

Tabel 2. Nilai laju korosi pada jenis cat alkyd

Perlakuan		pH		
		4	5	6
Suhu 30°C	100µm	0,1521	0,1014	0,1014
	200µm	0,0712	0,0838	0,0673
	300µm	0,0799	0,0965	0,1111
Suhu 40°C	100µm	0,1326	0,1004	0,1140
	200µm	0,0984	0,0926	0,0906
	300µm	0,0955	0,1101	0,0955
Suhu 50°C	100µm	0,1832	0,1365	0,1257
	200µm	0,1316	0,1170	0,1101
	300µm	0,1443	0,1277	0,1511

Berdasarkan tabel 1 dan 2 diatas dapat diketahui bahwa untuk jenis cat epoxy nilai laju korosi tertingginya yaitu 0,17155 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 0,11209 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 0,14621 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Untuk jenis cat alkyd nilai laju korosi tertingginya yaitu 0,18325 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 0,13159 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 0,15108 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Dari hasil perbandingan tersebut spesimen dengan ketebal cat 200 µm jenis epoxy secara teknis lebih efisien dalam menghambat terjadinya korosi dari pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm dan 300 µm dapat dilihat dari laju korosinya sebesar 0,11209 mm/year .

Tabel 3. Nilai *lifetime* pada jenis cat epoxy

Perlakuan		pH		
		4	5	6
Suhu 30°C	100µm	36,655	47,662	51,858
	200µm	71,578	57,406	72,370
	300µm	59,092	48,028	70,428
Suhu 40°C	100µm	34,967	47,904	42,826
	200µm	53,195	52,412	54,825
	300µm	51,476	47,125	47,033
Suhu 50°C	100µm	26,762	32,935	43,399
	200µm	40,323	47,059	40,980
	300µm	34,313	36,476	31,415

Tabel 4. Nilai *lifetime* pada jenis cat alkyd

Perlakuan		pH		
		4	5	6
Suhu 30°C	100µm	30,267	46,275	45,396
	200µm	64,737	54,880	68,195
	300µm	58,109	48,635	44,831
Suhu 40°C	100µm	34,779	45,876	40,210
	200µm	46,740	49,572	50,744
	300µm	48,519	41,798	48,177
Suhu 50°C	100µm	25,209	33,610	36,390
	200µm	34,864	40,155	42,020
	300µm	32,686	36,397	30,397

Berdasarkan tabel 3 dan 4 diatas dapat diketahui bahwa untuk jenis cat epoxy *lifetime* tertingginya yaitu 51,8 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 72,3 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 70,4 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Untuk jenis cat alkyd *lifetime* tertingginya yaitu 45,8 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 68,1 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 58,1 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Dari hasil perbandingan tersebut spesimen dengan ketebal cat 200 µm jenis epoxy secara teknis lebih efisien dan lebih tahan korosi dari pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm dan 300 µm dapat dilihat dari nilai *lifetime* sebesar 72,3 tahun.

Tabel 5. Kebutuhan cat

Cat	Variasi	Kebutuhan Cat (Liter)		
		100µm	200µm	300µm
Epoxy		0,215	0,431	0,646
Alkyd		0,215	0,431	0,646

Tabel 6. Biaya pembelian cat

Variasi Cat	Biaya Pembelian Cat (Rupiah)		
	100µm	200µm	300µm
<i>Epoxy</i>	30.793	61.587	92.381
<i>Alkyd</i>	22.180	44.360	66.540

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa data yang dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan laju korosi dengan metode *weight loss* diketahui bahwa untuk jenis cat epoxy nilai laju korosi tertingginya yaitu 0,17155 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 0,11209 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 0,14621 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Untuk jenis cat alkyd nilai laju korosi tertingginya yaitu 0,18325 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 0,13159 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 0,15108 mm/year pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Dari hasil perbandingan tersebut spesimen dengan ketebal cat 200 µm jenis epoxy secara teknis lebih efisien dalam menghambat terjadinya korosi dari pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm dan 300 µm dapat dilihat dari laju korosinya sebesar 0,11209 mm/year.
2. Hasil perhitungan *lifetime* diketahui bahwa untuk jenis cat *epoxy lifetime* tertingginya yaitu 51,8 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 72,3 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 70,4 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Untuk jenis cat *alkyd lifetime* tertingginya yaitu 45,8 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm, 68,1 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 200 µm, dan 58,1 tahun pada spesimen dengan ketebalan cat 300 µm. Dari hasil perbandingan tersebut spesimen dengan ketebal cat 200 µm jenis *epoxy* secara teknis lebih efisien dan lebih tahan korosi dari pada spesimen dengan ketebalan cat 100 µm dan 300 µm dapat dilihat dari nilai *lifetime* sebesar 72,3 tahun.
3. Hasil perhitungan biaya pembelian cat pipa dengan jenis *epoxy* ketebalan 100 µm membutuhkan biaya Rp. 30.793,79 , ketebalan 200 µm membutuhkan biaya Rp 61.587,58 , ketebalan 300 µm membutuhkan biaya Rp 92.381,37 dan untuk jenis *alkyd* ketebalan 100 µm membutuhkan biaya Rp 22.180,14, ketebalan 200 µm membutuhkan biaya Rp Rp 44.360,29 , ketebalan 300 µm membutuhkan biaya Rp 66.540,43.

#### 5 PUSTAKA

- [1] Saefudin, S. d. (2014). Pengaruh Temperatur dan pH Air Sadah Kalsium Sulfat Terhadap Korosi Pada Baja Karbon. 1-10.
- [2] Yudha Kurniawan Afandi, I. S. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik ITS*, 1-5.
- [3] ASTM G31-72 (2004). *Standar Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*
- [4] API 570 (2016). *Piping Inspection Code: In Service Inspection , Rating, Repair, and Alteration of Piping System*.
- [5] ASME B31.3 (2016). *Procces Piping*. New York: The American Society of Mechanical Enginee