

Analisa Teknis dan Ekonomis pada Pipa Non-Proteksi Korosi, Pipa dengan *Painting*, Pipa dengan *Painting* dan *Wrapping* pada *Trunkline* SP F4 menuju SPU F PT Pertamina EP *Field Asset 5 Sangasanga*

Abdullah^{1*}, Endah Wismawati², Fipka Bisono³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*23}

Email: ppnsabdullah6@gmail.com^{1*}

Abstract - Corrosion is the one of many problem which happen on piping or pipeline, not except on trunkline SP F4 toward SPU F on PT Pertamina EP Asset 5 Sangasanga which have pH value 3,5-6,5. Environment which acid characteristic can causes corrosion, in this case general corrosion. testing of material API 5L grade B which used on Trunkline SP F4 toward SPU F with immersion test and refers to ASTM G31-72 to get corrosion rate value. Furthermore calculating lifetime value refers to API 570 with calculating minimum thickness allowed refers to ASME B31.4. Immersion test with three kind of solvent with three levels every solvent like solvent with pH 3,5, 5, 6,5, solvent with concentration 1000 ppm, 3250 ppm, 5000 ppm, and solvent with temperature 30 °C, 40 °C, and 50 °C. The result of life time calculation in sequence based on pH, concentration, and temperature. On pipe non-protection corrosion is 89,72 years, 45,32 years, 70,99 years. On pipe with paint protection is 141,62 years, 57,88 years, 121,23 years. On pipe with paint + wrap protection 161,46 years, 78,33 years, 135,41 years. The result of cost per-year calculation in sequence based on pH, concentration, and temperature. On pipe non-protection corrosion is Rp 50.580,00 /year, Rp 91.178,00 / year, Rp 58.703,00 / year. On pipe with paint protection is Rp 33.315,00 /year, Rp 76.184,00 year, Rp 36.548,00 /year. On pipe with paint + wrap protection Rp 40.209,00 /years, Rp 80.617,00 / years, Rp 46.307,00 /years. Pipe with paint protection is most proper to aplicated in plant because have highest economic value.

Keyword: corrosion, pipeline, Trunkline, immersion test, technical and economical analysis.

Nomenclature

Cr	corrosion rate
Pi	pressure design
T_{acc}	actual thickness
T_m	thickness minimum
ppm	part per milion
OD	outside diameter

1. PENDAHULUAN

PT Pertamina EP Field Asset 5 Sangasanga adalah perusahaan milik PT Pertamina yang berada di sektor hulu penghasil minyak dan gas bumi, meliputi eksplorasi dan eksploitasi. Pada praktiknya, PT Pertamina EP Field Asset 5 Sangasanga melakukan pendistribusian dan pengolahan minyak dan gas bumi dengan menggunakan pipa. Pipa penyalur terbagi menjadi tiga macam berdasarkan asal dan arahnya, yaitu *flowline*, *trunkline* dan *pipeline*. Permasalahan yang sering terjadi khususnya pada jalur *Trunkline* SP F4 menuju SPU F adalah korosi, dalam hal ini korosi merata. Jalur *trunkline* ini terletak di atas tanah / *above ground*. Korosi dapat berakibat pada berkurangnya ketebalan pipa yang menjadikan kapasitas kerja pipa berkurang. Korosi disebabkan oleh beberapa hal diantaranya pH, suhu, konsentrasi larutan, dll. Korosi tidak dapat dihentikan, tetapi dapat dihambat salah satunya dengan memberikan lapisan pada pipa.

Lapisan pada pipa dapat berupa *painting* maupun *painting* + *wrapping*.

2. METODOLOGI

Spesimen uji mengacu pada standar ASTM G1 dengan bentuk *circular* berukuran OD x Tinggi x Tebal sama dengan 88,9 mm x 50 mm x 7,11 mm. Spesimen diujikan dengan metode *immersion* guna mendapatkan nilai *weight loss* untuk menghitung laju korosi, dan *lifetime*. Larutan uji dibedakan menjadi tiga parameter, larutan dengan pH 3,5, 5, 6,5, larutan dengan konsentrasi 1000ppm, 3250ppm, 5500ppm, dan larutan dengan temperature 30 °C, 40 °C, 50 °C. Pengujian dengan variabel larutan berdasarkan pH dan konsentrasi dilakukan pada temperatur ruang 30 °C ±1 °C.

2.1 Perhitungan Laju Korosi

Berdasarkan standar ASTM G31 – 72 dengan metode pengurangan beban atau *weight loss*, untuk mendapatkan nilai laju korosi menggunakan formula sebagai berikut:

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

Dimana,

- Cr Corrosion Rate (Laju Korosi) (mm/y)
- K Konstanta ($8,76 \times 10^4$)
- W Massa yang hilang (gram)
- D Density (gram/cm³)
- A Luasan Area (cm²)
- T Durasi pengujian (jam)

- F desain faktor tidak boleh lebih dari 0,72.
- E weld joint factor yang didefinisikan pada tabel 403.2.1-1

2.2 Perhitungan Life Time

Dalam menghitung *lifetime* menggunakan standar API 570 point 7.2. *Remaining life calculation* (ins, 2010), seperti formula di bawah ini:

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

- Dimana,
- T_{acc} Actual thickness (mm)
- T_m Minimum wall thickness (mm)
- CR Corrosion rate (mm/year)

Tebal minimum dinding pipa (T_m) diperoleh dari ASME B31.4 pada sub bab 403.2.1 *Criteria for Pipe Wall Thickness and Allowances* (ASME, 2002), dimana nilai ketebalan pipa baja (t_n) harus lebih besar atau sama dengan nilai ketebalan yang disyaratkan (t):

$$t_n \geq t + A \quad (3)$$

keterangan:

- A jumlah *allowances* untuk mengulir, *grooving*, dan korosi
- t_n nominal ketebalan pipa yang memenuhi syarat *pressure* dan *allowances*
- t ketebalan pipa berdasarkan *pressure design*, yang dapat dihitung dengan formula berikut:

(U.S. Customary Units)

$$t = \frac{P_i \times D}{2 \times S} \quad (4)$$

- D diameter luar pipa, in. (mm)
- P_i internal design gage pressure, psi (bar)
- S applicable allowable stress value, psi (MPa), yang didapat dari formula berikut:

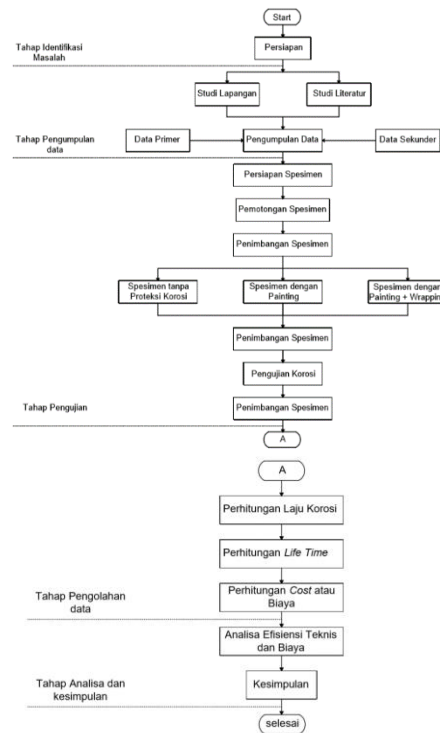
$$S = F \times E \times SMYS \quad (5)$$

- SMYS specified minimum yield strength of pipe, psi (MPa)

2.3 Perhitungan Ekonomis

Perhitungan ekonomis dilakukan dengan menjumlah biaya material dan jasa pemasangan lapisan penghambat korosi.

2.4 Diagram Alir



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Teknis

Tabel 3.1 Tabel perbandingan laju korosi pada setiap kondisi pipa

Larutan	Laju Korosi Per-kondisi Pipa (mm/year)			Laju Korosi Tertinggi (mm/year)	Laju Korosi Terendah (mm/year)
	Pipa Non-Proteksi Korosi	Pipa dengan Painting	Pipa dengan Painting + Wrapping		
pH 3,5	0,084	0,051	0,040	0,084	0,040
pH 5	0,058	0,034	0,029	0,058	0,029
pH 6,5	0,038	0,026	0,025	0,038	0,025
1000 ppm	0,096	0,074	0,055	0,096	0,055
3250 ppm	0,110	0,088	0,062	0,110	0,062
5500 ppm	0,119	0,092	0,071	0,119	0,071
30 °C	0,058	0,036	0,030	0,058	0,030
40 °C	0,074	0,039	0,035	0,074	0,035
50 °C	0,077	0,047	0,039	0,077	0,039

Sumber : data pribadi

Tabel 3.2 Tabel perbandingan *life time* pada setiap kondisi pipa

Larutan	Life Time Per-kondisi Pipa (tahun)			Life Time Terendah (tahun)	Life Time Tertinggi (tahun)
	Pipa Non-Proteksi Korosi	Pipa dengan Painting	Pipa dengan Painting + Wrapping		
pH 3,5	57,947	95,150	121,617	57,947	121,617
pH 5	84,162	143,476	167,451	84,162	167,451
pH 6,5	127,047	186,247	195,336	127,047	195,336
1000 ppm	50,713	65,311	88,389	50,713	88,389
3250 ppm	44,262	55,136	78,222	44,262	78,222
5500 ppm	40,976	53,186	68,373	40,976	68,373
30 °C	84,162	135,411	145,828	84,162	145,828
40 °C	65,820	124,995	135,411	65,820	135,411
50 °C	62,977	103,295	124,995	62,977	124,995

Sumber : data pribadi

Dari tabel 3.2 diatas pipa dalam kondisi non-proteksi korosi dengan *life time* rata-rata berdasarkan pH 89,72 tahun, berdasarkan konsentrasi larutan 45,32 tahun, berdasarkan temperatur 70,99 tahun. Pipa dengan proteksi *painting* dengan *life time* rata-rata berdasarkan pH 141,62 tahun, berdasarkan konsentrasi larutan 57,88 tahun, berdasarkan temperatur 121,23 tahun. Pipa dengan proteksi *painting + wrapping* dengan *life time* rata-rata berdasarkan pH 161,46 tahun, berdasarkan konsentrasi larutan 78,33 tahun, berdasarkan temperatur 135,41 tahun secara teknis memiliki nilai *life time* lebih tinggi daripada kedua kondisi pipa lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pipa dengan proteksi *painting + wrapping* secara teknis dapat menghambat korosi paling maksimal jika dibandingkan dengan *painting*.

3.2 Analisa Ekonomis

Tabel 3.3 Harga material dan jasa

Jasa/Material	Biaya/6 Meter
Pipa API 5L Grade B NPS 6	Rp4.100.000,00
Cat + thinner	Rp38.040,00
Wrap	Rp1.269.637,00
Pekerjaan Cat	Rp236.100,00
Pekerjaan Wrapping	Rp876.000,00

Sumber : data perusahaan

Tabel 3.4 Biaya pengadaan material dan jasa pada setiap kondisi pipa

Pipa Non-Proteksi Korosi	Pipa dengan Painting	Painting dengan Painting + wrapping
Rp4.100.000	Rp4.374.140	Rp6.245.637

Sumber : data perusahaan

Tabel 3.5 Perbandingan biaya per-tahun pada setiap kondisi pipa

No	Larutan	Biaya / Tahun Per-kondisi Pipa			Biaya Tertinggi	Biaya Terendah
		Pipa Non-Proteksi Korosi	Pipa dengan Painting	Pipa dengan Painting + Wrapping		
1	3,5	Rp70.754	Rp45.971	Rp51.355	Rp70.754	Rp45.971
2	5	Rp48.715	Rp30.487	Rp37.298	Rp48.715	Rp30.487
3	6,5	Rp32.272	Rp23.486	Rp31.974	Rp32.272	Rp23.486
4	1000 ppm	Rp80.847	Rp66.975	Rp70.660	Rp80.847	Rp66.975
5	3250 ppm	Rp92.629	Rp79.333	Rp79.845	Rp92.629	Rp79.333
6	5500 ppm	Rp100.059	Rp82.242	Rp91.346	Rp100.059	Rp82.242
7	30 °C	Rp48.715	Rp32.303	Rp42.829	Rp48.715	Rp32.303
8	40 °C	Rp62.291	Rp34.994	Rp46.123	Rp62.291	Rp34.994
9	50 °C	Rp65.104	Rp42.346	Rp49.967	Rp65.104	Rp42.346

Sumber : data pribadi

Dari tabel 4.12 di atas dapat diketahui bahwa nilai biaya per-tahun tertinggi berada pada pipa dalam kondisi non-proteksi korosi dengan biaya rata-rata berdasarkan pH Rp 50.580,00/tahun, berdasarkan konsentrasi larutan Rp 91.178,00/tahun, berdasarkan temperatur Rp 58.703,00/tahun. Pipa dengan proteksi *painting* dengan biaya rata-rata berdasarkan pH Rp 33.315,00/tahun, berdasarkan konsentrasi larutan Rp 76.184,00/tahun, berdasarkan temperatur Rp 36.548,00/tahun. Pipa dengan proteksi *painting + wrapping* dengan biaya rata-rata berdasarkan pH Rp 40.209,00/tahun, berdasarkan konsentrasi larutan Rp 80.617,00/tahun, berdasarkan temperatur Rp 46.307,00/tahun. Dapat disimpulkan bahwa pipa dengan proteksi *painting* memiliki nilai ekonomis paling tinggi.

4. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan *life time* berurutan berdasarkan pH, konsentrasi larutan, dan temperatur untuk pipa non-proteksi korosi adalah 89,72 tahun, 45,32 tahun, 70,99 tahun. Untuk pipa dengan proteksi *painting* adalah 141,62 tahun, 57,88 tahun, 121,23 tahun. Untuk pipa dengan proteksi *painting + wrapping* adalah 161,46 tahun, 78,33 tahun, 135,41 tahun. Secara teknis dapat ditarik kesimpulan pipa dengan proteksi *painting + wrapping* menjadi penghambat korosi yang paling baik jika dibandingkan dengan dua kondisi pipa lainnya.
2. Dari hasil analisa ekonomis, Hasil perhitungan biaya per-tahun berurutan berdasarkan pH, konsentrasi larutan, dan temperatur untuk pipa non-proteksi korosi adalah Rp 50.580,00 /tahun, Rp 91.178,00 /tahun, Rp 58.703,00 /tahun. Untuk pipa dengan proteksi *painting* adalah Rp 33.315,00 /tahun, Rp 76.184,00 /tahun, Rp 36.548,00 /tahun. Untuk pipa dengan proteksi *painting + wrapping* adalah Rp 40.209,00 /tahun, Rp 80.617,00 /tahun, Rp 46.307,00 /tahun.

Pipa dengan proteksi *painting* yang paling tepat untuk diaplikasikan di lapangan karena memiliki nilai ekonomis yang paling tinggi.

3. Berdasarkan hasil perbandingan masing-masing tiga variabel pengujian, pipa dengan proteksi *painting* yang paling tepat untuk di aplikasikan di lapangan yaitu jalur *trunkline* SP F4 menuju SPU F PT Pertamina EP Field Asset 5 Sangasanga karena memiliki nilai ekonomis paling tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam mengerjakan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan orang lain, maka tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dorongan lahir batin bagi penulis.
2. Kepada Ibu Endah Wismawati dan Bapak Fipka Bisono yang memberikan bimbingan selama pengerjaan tugas akhir ini.

6. PUSTAKA

- [1] Ahmad, F., Prasojjo, B., & Indartono, A. (n.d.). Pengaruh Resistivitas Tanah terhadap Metode Proteksi Katodik SACP dan ICCP untuk Underground Pipeline.
- [2] ASME. (2002). ASME B31 Pipeline transportation system for liquid hydrocarbons and other liquids. *American Society of Mechanical Engineers*, 552.
- [3] ASTM G1 (1999). *Standart Practice for Prepairing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Spesimens*. American Society for Testing and Material, U.S.A
- [4] ASTM G31 – 72 (2004). *Standart Practice for Labolatory Immersion Corrosion Testing of Metals*. American Society for Testing and Material, U.S.A
- [5] Damayanti, E. A. (2018). Analisis Laju Korosi dan Lifetime Pipa Underground Baja Karbon A53 dengan Wrapping Protection. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and Its Applicationrd*, (Corrosion), 193–198.
- [6] Haqin, A. R., Prasojjo, B., & Kurniyanto, H. B. (n.d.). Pengaruh Laju Aliran Dan Suhu Terhadap Laju Korosi Erosi Crude Palm Oil Terhadap Elbow Material Carbon Steel A53 Grade B, 247–252.
- [7] ins. (2010). API 570, Piping Inspection Code : In-service Inspection , Rating , Repair , and Alteration of Piping Systems, *Edition, T*(November 2009). <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2011.2109710>
- [8] Kasus, S., & Jatim, P. (n.d.). PENGARUH VARIASI KELEMBABAN , TEMPERATUR DAN KETEBALAN CAT PADA MATERIAL A53 GRADE B TERHADAP LAJU KOROSI DI PT PJB UBJOM PACITAN, 151–156.
- [9] Kencana, K. M. S. (n.d.). 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.
- [10] Ramadha, B., Wismawati, E., & K, B. W. (2017). Analisis Tekno Ekonomi Penggunaan Material Carbon Steel SA 106 Grade B dan Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) pada Jalur Water Injection Pipeline 10 ” – 3000 M.
- [11] Standart, A. (2014). Process Piping. *Chemical Engineer*, 76(8), 95–108.
- [12] Winarto, G. I., Wismawati, E., & Bisono, F. (n.d.). Pengaruh Laju Korosi Erosi Terhadap Lifetime Material Carbon Steel A53 Grade B , Stainless Steel 304 , dan Stainless Steel 316 pada Aliran Weighed Juice Return Pipe di Industri Gula.
- [13] Yulianto, W. E., Soim, S., & Sidi, P. (n.d.). Analisis Perbandingan Ekonomis Pengendalian Korosi Dengan Menggunakan Metode ICCP (Impressed Current Cathodic Protection) dan SACP (Sacrificial Anode Cathodic Protection) Pada Proyek Pipeline Gas Transmisi Gresik-Semarang, 217–222.