

Pengaruh Jenis *Coating* Terhadap Laju Korosi dan *Lifetime* pada Pipa SS400 di Lingkungan Air Tanah dan Air Laut

Bima Yoga Panganggit¹, Budi Prasajo², Ika Erawati³

PT. Daeah E&C RDMP, Balikpapan, Indonesia¹

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{2,3}

Email: byoga@student.ppns.ac.id^{1*}; budiprasajo@student.ppns.ac.id^{2*}; ika.iqer@student.ppns.ac.id^{3*};

Abstract - Corrosion of pipes generally occurs on the outer walls of pipes due to environmental influences that have a high level of corrosiveness. Underground pipes are located close to sea level so that environmental conditions are mixed between groundwater and seawater. With the addition of coating on the outer wall of the pipe can prevent corrosion events caused by the environment. In this research, the pipe material uses Carbon Steel SS400 with Cold Galvanized coating type protection, Polyurethane and mixtures then use immersion test according to ASTM G-31. The test variable uses a variation in coating thickness of 100 – 350 μm and the use of solution types, NaCl and H₂SO₄. Based on the test results, specimens with Cold Galvanized coating thickness of 100 - 150 μm in H₂SO₄ solution have the highest corrosion rate value. Meanwhile, the lowest corrosion rate value occurs in specimens with Cold Galvanized + Polyurethane coating with a thickness of 300 – 350 μm in NaCl solution. Furthermore, from the value of the corrosion rate, a minimum thickness calculation can be made based on ASME B31.8 and remaining life calculation based on API 570 as code & standard used. From these calculations show that Cold Galvanized + Polyurethane coating is the most effective corrosion protection compared to other types of coatings. The lowest lifetime value occurs in specimens with Cold Galvanized + Polyurethane coating thickness of 300 – 350 μm in NaCl solution, which is 58.99 years. While the highest lifetime occurs in specimens with Cold Galvanized coating thickness of 100 – 150 μm in H₂SO₄ solution, which is 23.24 years

Keyword: External corrosion, coating, immersion test, corrosion rate, remaining lifetime.

Nomenclature

<i>T_m</i>	<i>thickness minimum</i> [mm]
<i>CR</i>	<i>Corrosion rate</i> [mm/y]
<i>W</i>	<i>Weight loss</i> [gram]
<i>K</i>	Konstanta [8.76 x 10 ⁴]
<i>T</i>	Waktu kontak [hours]
<i>D</i>	<i>Density</i> [gram/cm ³]
<i>Tr</i>	<i>Remaining lifetime</i> [years]

1. PENDAHULUAN

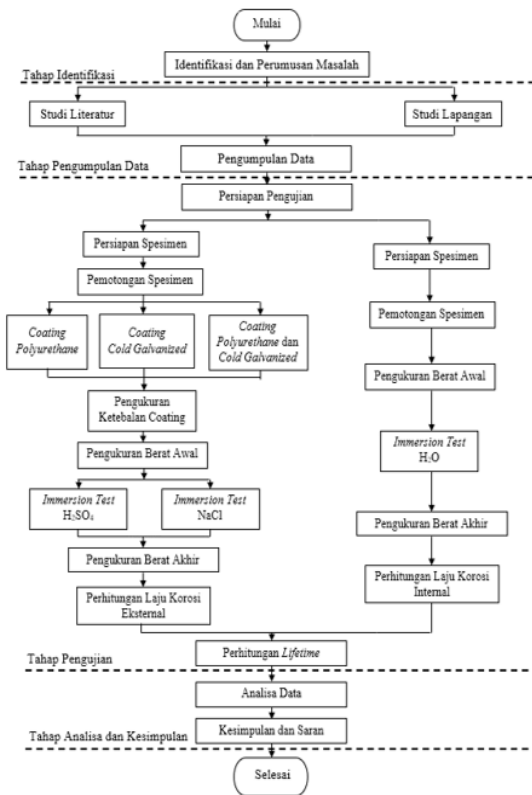
Penggunaan material berbahan dasar logam banyak digunakan pada industri konstruksi. Terlebih lagi material berbahan logam memiliki ketahanan yang cukup kuat dan memiliki penggunaan jangka panjang yang baik. Dengan kelebihan seperti itu, logam menjadi material paling umum dalam dunia konstruksi. Salah satu peralatan yang memakai bahan dasar logam yaitu pipa. Pada pengaplikasiannya, logam pada umumnya mudah mengalami oksidasi sehingga peralatan yang terbuat dari logam akan lebih cepat mengalami korosi. Pada pipa, korosi sering ditimbulkan baik dari dalam pipa maupun sekitar pipa. Korosi pada pipa menimbulkan masalah dan kerugian yang besar pada suatu perusahaan. Pencegahan korosi dapat berupa proteksi katodik, inhibitor dan coating. Coating merupakan salah satu pencegahan korosi dengan efektifitas yang tinggi dan mudah pengaplikasiannya. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan,

pencegahan korosi menggunakan coating dapat menggunakan jenis yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan. Contoh dari peristiwa korosi yang terjadi adalah ditemukannya pipa yang mengalami korosi pada pipa jembatan proyek perusahaan konstruksi bidang perpipaan air minum. Pipa tersebut telah dilapisi dengan coating galvanis. Pipa tersebut mengalami korosi merata. Korosi terjadi seiring berjalannya waktu karena faktor pemasangan yang berada di dalam tanah, kandungan tanah campuran antara air tanah dan air laut, waktu pemasangan yang telah berjalan selama 9 bulan serta kadar pH tanah Kota Semarang yang berada pada kisaran 4.5-5.5. Pada pH tersebut tanah diklasifikasikan sebagai tanah sulfat sangat masam, maka pipa tersebut dapat mengalami korosi eksternal. Pipa tersebut juga dapat mengalami masalah pada korosi internal karena tidak adanya coating di dalam pipa serta pengaruh dari fluida yang mengalir, yaitu H₂O. Dalam permasalahan di atas, pemilihan jenis coating galvanis dirasa belum mampu menahan korosi dengan baik. Dengan keadaan tersebut, penambahan jenis coating dipilih sebagai alternatif pencegahan korosi karena mudah dilakukan perbaikannya dan tidak perlu melakukan tahapan pengaplikasian coating dari awal.

2. METODOLOGI .

2.1 Metode Penelitian

Untuk diagram alir metodologi penelitian pengaruh jenis *coating*, dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Persiapan Spesimen

Spesimen pengujian menggunakan pipa material SS400 dengan bentuk potongan strip coupon. Bentuk tersebut mengikuti acuan standart ASTM G31. Dimensi ukuran spesimen adalah 50 mm x 25 mm dengan ketebalan 5 mm dikarenakan mengikuti ketebalan pipa yang terinstal dengan dimensi 6”.

Skema pengujian dalam penelitian ini adalah membuat 32 spesimen pengujian dengan variabel yang berbeda untuk mengetahui berbagai hasil dari pengujian. Pengujian menggunakan metode immersion test menggunakan H2SO4, NaCl, dan H2O dengan cara pencelupan untuk mengetahui laju korosi dan lifetime pipa. Untuk rancangan pengujian spesimen ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Skema Pengujian

NO.	PROTEKSI KOROSI (COATING)	KETEBALAN COATING (µm)	LARUTAN PENGUJI	KODE MATERIAL
1	NON PROTEKSI	0	H ₂ O	A1
2	NON PROTEKSI	0	H ₂ O	A2
3	GALVANIS	100-150	H ₂ SO ₄	B1
4	GALVANIS	100-150	NaCl	B2
5	GALVANIS	150-200	H ₂ SO ₄	B3
6	GALVANIS	150-200	NaCl	B4
7	GALVANIS	200-250	H ₂ SO ₄	B5
8	GALVANIS	200-250	NaCl	B6
9	GALVANIS	250-300	H ₂ SO ₄	B7
10	GALVANIS	250-300	NaCl	B8
11	GALVANIS	300-350	H ₂ SO ₄	B9
12	GALVANIS	300-350	NaCl	B10
13	POLYURETHANE	100-150	H ₂ SO ₄	C1
14	POLYURETHANE	100-150	NaCl	C2
15	POLYURETHANE	150-200	H ₂ SO ₄	C3
16	POLYURETHANE	150-200	NaCl	C4
17	POLYURETHANE	200-250	H ₂ SO ₄	C5
18	POLYURETHANE	200-250	NaCl	C6
19	POLYURETHANE	250-300	H ₂ SO ₄	C7
20	POLYURETHANE	250-300	NaCl	C8
21	POLYURETHANE	300-350	H ₂ SO ₄	C9
22	POLYURETHANE	300-350	NaCl	C10
23	GALVANIS + POLYURETHANE	100-150	H ₂ SO ₄	D1
24	GALVANIS + POLYURETHANE	100-150	NaCl	D2
25	GALVANIS + POLYURETHANE	150-200	H ₂ SO ₄	D3
26	GALVANIS + POLYURETHANE	150-200	NaCl	D4
27	GALVANIS + POLYURETHANE	200-250	H ₂ SO ₄	D5
28	GALVANIS + POLYURETHANE	200-250	NaCl	D6
29	GALVANIS + POLYURETHANE	250-300	H ₂ SO ₄	D7
30	GALVANIS + POLYURETHANE	250-300	NaCl	D8
31	GALVANIS + POLYURETHANE	300-350	H ₂ SO ₄	D9
32	GALVANIS + POLYURETHANE	300-350	NaCl	D10

2.3 Pelapisan Coating

Material yang digunakan adalah SS400 dengan menggunakan proteksi korosi 4 macam, yaitu pipa non proteksi, pipa SS400 dengan Cold Galvanized, pipa SS400 dengan Polyurethane, dan pipa SS400 dengan Cold Galvanized dan Polyurethane. Tahap pertama untuk pelapisan coating adalah dengan membersihkan permukaan material dari debu, kotoran, scale, dan oli. Setelah itu dilakukan proses sandblasting hingga mencapai standar hasil SA 2 ½ sesuai dengan ISO 8501-2. Setelah memenuhi standar, dilakukan tahapan coating pada spesimen pengujian untuk mencapai ketebalan coating Cold Galvanized dan Polyurethane dengan 5 variasi (0 µm, 100-150 µm, 150-200 µm, 200-250 µm, 250-300 µm, dan 300-350 µm).

2.4 Pengukuran Ketebalan Coating

Untuk pengukuran ketebalan coating menggunakan 2 metode dengan WFT (Wet Film Thickness) dan DFT (Dry Film Thickness). Untuk penggunaan WFT diaplikasikan pada saat coating masih dalam keadaan basah. Pengukuran Wet Film Thickness dilakukan sesuai standar ASTM D4414. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah Wet Film Comb. Parameter pengaplikasiannya menggunakan Wet Film Comb dan diaplikasikan ke kertas polos untuk mengetahui ketebalan coating tersebut. Setelah coating dalam keadaan kering dengan waktu yang ditentukan dalam Technical Data Sheet, ketebalan coating diukur kembali dengan menggunakan alat DFT (Dry Film Thickness). Untuk pengukuran dilakukan berdasarkan standar ASTM D4138. Pengujian menggunakan alat yaitu Coating Thickness Gauge. Ketebalan coating dikatakan memenuhi syarat pengujian apabila variasi ketebalan coating mencakup 0 µm, 100-150 µm,

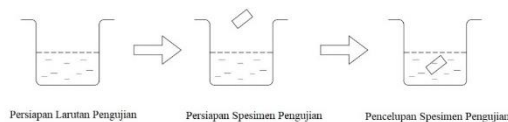
150-200 µm, 200-250 µm, 250-300 µm, dan 300-350 µm.

2.5 Pengukuran Berat Awal Spesimen

Pengukuran berat awal spesimen dilakukan setelah aplikasi coating memenuhi persyaratan untuk melakukan pengujian dengan variasi ketebalan coating 0 µm, 100-150 µm, 150-200 µm, 200-250 µm, 250-300 µm, dan 300-350 µm. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui berat awal spesimen sebelum dilakukan pengujian immersion test.

2.6 Pengujian Material

Pengujian dilakukan dengan memvariasi jenis coating dan larutan pengujian menggunakan H2SO4, NaCl, dan H2O yang digunakan pada immersion test. Pengujian dilakukan dengan cara mencelupkan spesimen pengujian kedalam gelas yang berisi larutan H2SO4, NaCl, dan H2O. Spesimen akan direndam selama 14 hari atau 336 jam. Ilustrasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Skema Pengujian Immersion Test

Setelah proses pengujian dengan pencelupan selama 336 jam atau 14 hari selesai, dilakukan penimbangan pada setiap spesimen yang diuji. Diharapkan bahwa nantinya terdapat pengurangan berat pada spesimen pengujian dikarenakan proses perendaman dalam media korosif dalam kurun waktu 14 hari tersebut.

2.7 Pengukuran Berat Akhir

Pengukuran berat akhir spesimen dilakukan setelah proses pengujian spesimen dengan pencelupan selama 336 jam dengan larutan H2SO4, NaCl dan H2O agar dapat diketahui nilai weight loss pada setiap spesimen dan dapat dihitung nilai laju korosinya.

2.8 Perhitungan Laju Korosi

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan laju korosi berdasarkan ASTM G-31 sebagai berikut :

$$CR = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \tag{1}$$

Keterangan :

- Cr = Corrosion Rate (mm/y)
- K = Konstanta (8.76 x 104)
- T = Waktu kontak spesimen (jam)
- A = Luas Area (cm2)
- W = Weight Loss (gram)
- D = Density of metal (g/cm3)

2.9 Perhitungan Lifetime

Setelah mendapatkan nilai laju korosi, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai remaining lifetime berdasarkan API 570, sebagai berikut :

$$tr = \frac{tacc - tm}{Cr} \tag{2}$$

Keterangan :

- tr = Remaining life (years)
- tm = Thickness minimum required (mm)
- tacc = Thickness actual (mm)
- CR = Corrosion rate (mm/y)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Laju Korosi

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan laju korosi dengan persamaan [1] dimana dibutuhkan data seperti luas permukaan, weight loss, dan data penunjang material pipa. Berikut adalah hasil perhitungan laju korosi pada setiap variasi coating yang dilakukan dari tabel 2 – tabel 7.

Tabel 2: Laju Korosi Pada Bare Pipe

Jenis Coating	Larutan	Kode	K	Weight Loss	Density	A	T	CR
Bare Pipe	H ₂ O	A1	87600	0.0327	7.8	32.9662	336	0.0331550
		A2	87600	0.0476	7.8	32.443	336	0.04903870

Tabel 3: Laju Korosi Pada Cold Galvanized

Jenis Coating	Larutan	Kode	K	Weight Loss	Density	A	T	CR
Cold Galvanized	H ₂ SO ₄	B1	87600	0.165	7.8	31.4898	336	0.17513931
		B3	87600	0.133	7.8	31.9089	336	0.139318934
		B5	87600	0.0978	7.8	32.5730	336	0.100357717
		B7	87600	0.0766	7.8	32.5582	336	0.078639056
		B9	87600	0.0676	7.8	32.6365	336	0.069232904
	NaCl	B2	87600	0.1412	7.8	31.4667	336	0.149987036
		B4	87600	0.1017	7.8	31.9085	336	0.106532968
		B6	87600	0.0782	7.8	32.5548	336	0.080290214
		B8	87600	0.0617	7.8	31.9978	336	0.064492129
		B10	87600	0.052	7.8	31.8770	336	0.054525048

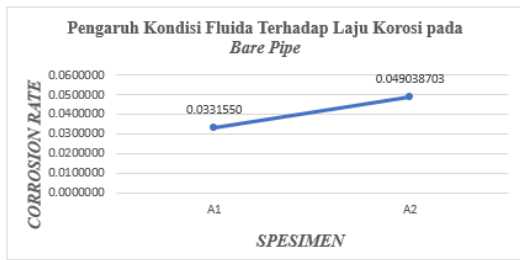
Tabel 4: Laju Korosi Pada Polyurethane

Jenis Coating	Larutan	Kode	K	Weight Loss	Density	A	T	CR
Polyurethane	H ₂ SO ₄	C1	87600	0.1519	7.8	33.708	336	0.150622414
		C3	87600	0.1106	7.8	32.183	336	0.114866379
		C5	87600	0.0829	7.8	32.641	336	0.084889665
		C7	87600	0.0704	7.8	33.218	336	0.070837749
		C9	87600	0.0589	7.8	33.218	336	0.059267487
	NaCl	C2	87600	0.1258	7.8	33.287	336	0.126320068
		C4	87600	0.0833	7.8	33.608	336	0.085386691
		C6	87600	0.0639	7.8	33.269	336	0.06419871
		C8	87600	0.0509	7.8	31.827	336	0.053455872
		C10	87600	0.0441	7.8	32.032	336	0.046017667

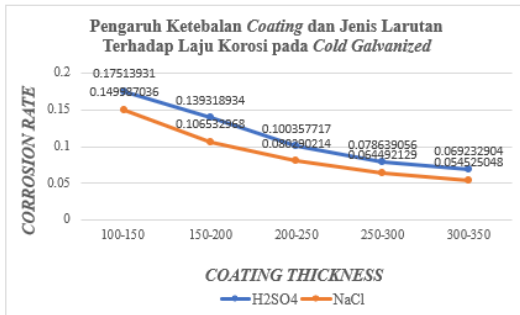
Tabel 5: Laju Korosi Pada Cold Galvanized + Polyurethane

Jenis Coating	Larutan	Kode	K	Weight Loss	Density	A	T	CR
Polyurethane + Cold Galvanized	H ₂ SO ₄	D1	87600	0.1047	7.8	31.4096	336	0.111205005
		D3	87600	0.0938	7.8	32.7980	336	0.095898748
		D5	87600	0.0725	7.8	33.272	336	0.072411773
		D7	87600	0.0597	7.8	32.5001	336	0.061398804
		D9	87600	0.0488	7.8	31.7174	336	0.044682348
	NaCl	D2	87600	0.0841	7.8	31.3596	336	0.089638738
		D4	87600	0.0675	7.8	32.5649	336	0.069282569
		D6	87600	0.0566	7.8	33.4084	336	0.056627914
		D8	87600	0.0478	7.8	34.6373	336	0.046126856
		D10	87600	0.0387	7.8	32.9283	336	0.039283676

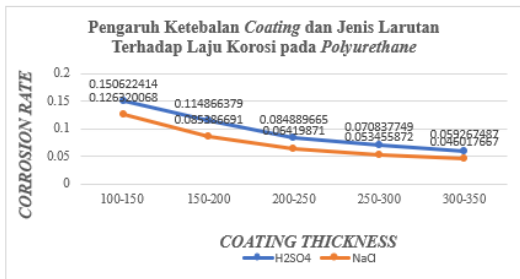
Dari hasil perhitungan korosi tersebut, masing-masing jenis coating memiliki laju korosi yang berbeda dikarenakan penggunaan variabel ketebalan coating dan jenis larutan penguji. Untuk mempermudah analisa laju korosi pada masing-masing jenis coating, maka ditampilkan pada gambar 3 – gambar 6 pada tiap jenis coating berikut ini. Diketahui bahwa laju korosi tertinggi adalah spesimen B1 dengan ketebalan coating 100-150 µm, jenis coating cold galvanized, dan pada kondisi lingkungan H2SO4 yaitu 0.112089006 mm/y. Sedangkan laju korosi terendah terjadi pada spesimen D10 dengan ketebalan coating 300-350 µm, jenis coating cold galvanized + polyurethane, dan pada kondisi lingkungan NaCl yaitu 0.044161189 mm/y.



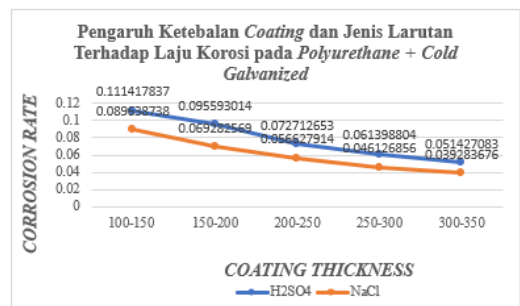
Gambar 3 Grafik Laju Korosi Pada Bare Pipe



Gambar 4 Grafik Laju Korosi Pada Cold Galvanized



Gambar 5 Grafik Laju Korosi Pada Polyurethane



Gambar 6 Grafik Laju Korosi Pada Cold Galvanized + Polyurethane

Dari keempat grafik tersebut dapat kita ketahui bahwa masing-masing jenis coating memiliki nilai laju korosi yang berbeda dengan dipengaruhi variabel ketebalan coating dan jenis larutan pengujian yang mempengaruhi laju korosi.

3.2 Perhitungan Lifetime

Setelah nilai laju korosi diketahui, tahap selanjutnya adalah perhitungan lifetime pada masing-masing spesimen dengan persamaan [2]. Berikut adalah perhitungan lifetime seluruh spesimen yang ditunjukkan pada tabel 6 – tabel 9.

Tabel 6: Lifetime Pada Bare Pipe

Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR	Remaining life
Bare Pipe	H ₂ O	A1	5	2.395122	0.0331550	68.92
		A2	5	2.395122	0.049038703	51.08

Tabel 7: Lifetime Pada Cold Galvanized

Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR	Remaining life
Cold Galvanized	H ₂ SO ₄	B1	5	2.395122	0.17513931	14.87
		B3	5	2.395122	0.139318934	18.70
		B5	5	2.395122	0.100357717	25.96
		B7	5	2.395122	0.078639056	33.12
		B9	5	2.395122	0.069232904	37.62
	NaCl	B2	5	2.395122	0.149987036	17.37
		B4	5	2.395122	0.106532968	24.45
		B6	5	2.395122	0.080290214	32.44
		B8	5	2.395122	0.064492129	40.39
		B10	5	2.395122	0.054525048	47.77

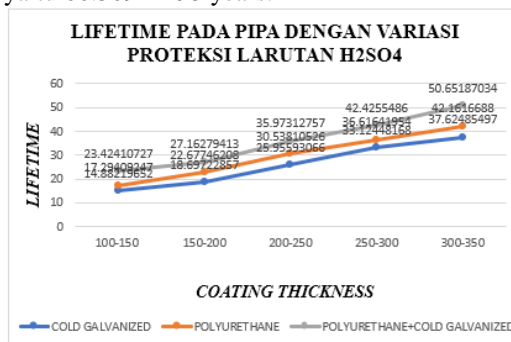
Tabel 8: Lifetime Pada Polyurethane

Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR	Remaining life
Polyurethane	H ₂ SO ₄	C1	5	2.395122	0.150622414	17.29
		C3	5	2.395122	0.114866379	22.68
		C5	5	2.395122	0.084889665	30.69
		C7	5	2.395122	0.070837749	36.77
		C9	5	2.395122	0.059267487	43.95
	NaCl	C2	5	2.395122	0.126320068	20.62
		C4	5	2.395122	0.085986691	30.51
		C6	5	2.395122	0.06419871	40.58
		C8	5	2.395122	0.053453872	48.73
		C10	5	2.395122	0.046017667	56.61

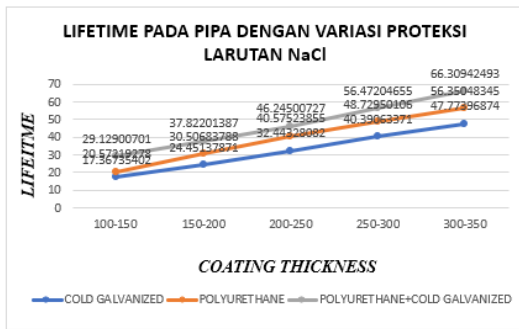
Tabel 9: Lifetime Pada Cold Galvanized + Polyurethane

Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR	Remaining life
Polyurethane + Cold Galvanized	H ₂ SO ₄	D1	5	2.395122	0.111417837	23.38
		D3	5	2.395122	0.095593014	27.25
		D5	5	2.395122	0.072712653	35.82
		D7	5	2.395122	0.061398804	42.43
		D9	5	2.395122	0.051427083	50.65
	NaCl	D2	5	2.395122	0.089638738	29.06
		D4	5	2.395122	0.069282568	37.60
		D6	5	2.395122	0.056827914	46.00
		D8	5	2.395122	0.046126856	56.47
		D10	5	2.395122	0.039283676	66.31

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai lifetime terendah terjadi pada spesimen B1 dengan ketebalan coating 100-150 µm, jenis coating cold galvanized, kondisi lingkungan H₂SO₄ dan laju korosi sebesar 0.17513931 mm/y yaitu 14.87317701 years. Sedangkan lifetime tertinggi terjadi pada spesimen dengan ketebalan coating 300-350 µm, jenis coating cold galvanized + polyurethane, kondisi lingkungan NaCl, dan laju korosi sebesar 0.039283676 mm/y yaitu 66.30942493 years.



Gambar 7 Grafik Lifetime Larutan H₂SO₄



Gambar 8 Grafik Lifetime Larutan NaCl

Dari Grafik 7 dan 8 dapat diambil kesimpulan bahwa setiap jenis coating, ketebalan coating, laju korosi dan kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap nilai lifetime. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa jenis coating cold galvanized + polyurethane memiliki keseluruhan nilai lifetime tertinggi daripada kedua jenis coating yang lainnya.

3.3 Perhitungan Lifetime Kritis

Perhitungan Lifetime pada pipa dengan pengaruh laju korosi pada internal pipa dan eksternal pipa bertujuan untuk mengetahui kondisi laju korosi pipa (internal dan eksternal) paling kritis yang berpengaruh pada lifetime pipa. Berikut adalah perhitungan lifetime kritis seluruh spesimen yang ditunjukkan pada tabel 10 – tabel 12.

Tabel 10: Lifetime Kritis Pada Cold Galvanized

Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR.	Remaining life
Cold Galvanized	H ₂ SO ₄	B1	5	2.395122	0.112089006	23.24
		B3	5	2.395122	0.094178819	27.66
		B5	5	2.395122	0.07469821	34.87
		B7	5	2.395122	0.063838879	40.80
		B9	5	2.395122	0.059135803	44.05
	NaCl	B2	5	2.395122	0.09951287	26.18
		B4	5	2.395122	0.077785836	33.49
		B6	5	2.395122	0.064664458	40.28
		B8	5	2.395122	0.056765416	45.89
		B10	5	2.395122	0.051781876	50.30

Tabel 11: Lifetime Kritis Pada Polyurethane

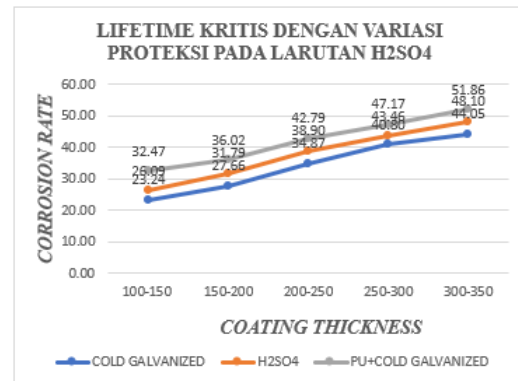
Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR.	Remaining life
Polyurethane	H ₂ SO ₄	C1	5	2.395122	0.099830558	26.09
		C3	5	2.395122	0.081952541	31.79
		C5	5	2.395122	0.066964184	38.90
		C7	5	2.395122	0.059938226	43.46
		C9	5	2.395122	0.054153095	48.10
	NaCl	C2	5	2.395122	0.087679385	29.71
		C4	5	2.395122	0.067212697	38.76
		C6	5	2.395122	0.056618706	46.01
		C8	5	2.395122	0.051247287	50.83
		C10	5	2.395122	0.047528185	54.81

Tabel 12: Lifetime Kritis Pada Cold Galvanized + Polyurethane

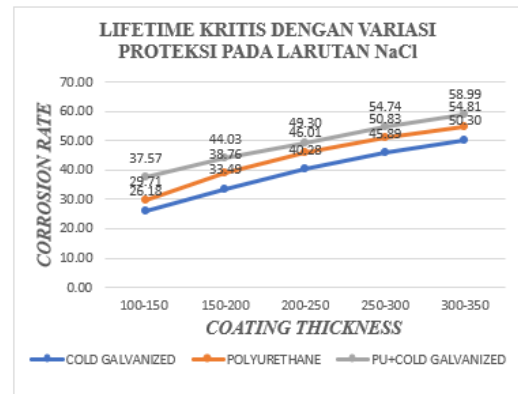
Jenis Coating	Larutan	Kode	Tacc	Tminimum	CR.	Remaining life
Polyurethane + Cold Galvanized	H ₂ SO ₄	D1	5	2.395122	0.11417837	32.47
		D3	5	2.395122	0.095593014	36.02
		D5	5	2.395122	0.072712653	42.79
		D7	5	2.395122	0.061398804	47.17
		D9	5	2.395122	0.051427083	51.86
	NaCl	D2	5	2.395122	0.089638738	37.57
		D4	5	2.395122	0.069282569	44.03
		D6	5	2.395122	0.056627914	49.30
		D8	5	2.395122	0.046126856	54.74
		D10	5	2.395122	0.039283676	58.99

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa laju korosi dari internal pipa dan eksternal pipa dapat mempengaruhi remaining lifetime kritis pada spesimen. lifetime terendah terjadi pada spesimen B1 Cold Galvanized dengan ketebalan

coating 100-150 µm yaitu 23.24 tahun. Sedangkan lifetime tertinggi pada larutan penguji NaCl terjadi pada spesimen D10 Polyurethane + Cold Galvanized dengan ketebalan coating 300-350 µm yaitu 58.99 tahun.



Gambar 9 Lifetime Kritis Pada Larutan H₂SO₄



Gambar 10 Lifetime Kritis Pada Larutan NaCl

Dari analisa diatas, maka dapat diketahui bahwa kondisi paling kritis pipa berada pada spesimen Cold Galvanized dengan ketebalan coating 100-150 µm. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan spesimen Cold Galvanized dengan ketebalan coating 100-150 µm memiliki nilai laju korosi yang tinggi sehingga menyebabkan nilai remaining lifetime rendah

4. KESIMPULAN

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

1. Dari pengujian menggunakan metode immersion test diketahui bahwa ketebalan coating, jenis coating, dan kondisi lingkungan mempengaruhi meningkatnya corrosion rate pada spesimen pengujian. Dapat diketahui bahwa nilai corrosion rate tertinggi terjadi pada spesimen B1 dengan ketebalan coating 100-150 µm, jenis coating cold galvanized, dan pada kondisi lingkungan H₂SO₄ yaitu 0.112089006 mm/y. Sedangkan corrosion rate terendah terjadi pada spesimen D10 dengan ketebalan coating 300-350 µm, jenis coating cold galvanized + polyurethane, dan pada

- kondisi lingkungan NaCl yaitu 0.044161189 mm/y.
2. Dari pengujian menggunakan metode immersion test diketahui bahwa ketebalan coating, jenis coating, kondisi lingkungan, corrosion rate mempengaruhi meningkatnya lifetime pada spesimen pengujian. Dapat diketahui bahwa nilai lifetime tertinggi terjadi pada spesimen B1 dengan ketebalan coating 100-150 μm , jenis coating cold galvanized, kondisi lingkungan H₂SO₄ dan corrosion rate sebesar 0.112089006 mm/y yaitu 23.24 years. Sedangkan corrosion rate terendah terjadi pada spesimen dengan ketebalan coating 300-350 μm , jenis coating cold galvanized + polyurethane, kondisi lingkungan NaCl, dan corrosion rate sebesar 0.044161189 mm/y yaitu 58.99 years.
 3. Dari pengujian menggunakan metode immersion test diketahui bahwa pemilihan jenis coating dapat mempengaruhi pengujian. Semakin tebal ketebalan coating, maka akan semakin efektif untuk mencegah korosi dengan memperkecil nilai corrosion rate dan memperpanjang lifetime pipa. Dapat diketahui, pada penelitian ini jenis coating yang paling efektif adalah campuran cold galvanized + polyurethane. Pada ketebalan coating 300-350 μm , spesimen menunjukkan hasil pengujian untuk corrosion rate sebesar 0.039283676 mm/y dan lifetime mampu mencapai 66.30942493 years.
- [6] Hapsari, F. W. (2020). Analisis Pengaruh Variasi Material Abrasif dan Ketebalan Polyurethane Coating Pada Baja ASTM A36 Terhadap Kekuatan Adhesi dan Laju Korosi di Lingkungan Air Laut. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1-5.
 - [7] Khoiri, A. M. (2021). Analisa Laju Korosi dan Lifetime Terhadap Pemilihan Jenis Coating Pada Pipa Penyalur Gas di Aerial Area Perusahaan Minyak dan Gas Bumi di Kalimantan. Conference Piping Engineer and It's Application, 1-5.
 - [8] Lubis, A. L. (2020). Analisa Laju Korosi Pada Metode Katodik Anoda Tumbal dan Coating Pada Material A53 Grade B Pada Jalur Pipa Underground. Conference Piping Engineer and It's Application, 1-5.
 - [9] Prabowo, A. A. (2020). Studi Perbandingan Ekonomis dan Lifetime Pipa Underground NKL-1061 Dengan Variasi Proteksi, pH, dan Suhu. Conference Piping Engineer and It's Application, 1-5.
 - [10] Utomo, B. (2009). Jenis Korosi dan Penanggulangannya. KAPAL, 1-4.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah. (2019). 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. Conference Piping Engineer and It's Application, 1-4.
- [2] American Petroleum Institute 570. (2016). Piping Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair and Alteration of Piping Systems. New York: API Publishing.
- [3] American Society of Testing and Material G31-72. (2004). Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. Washington: ASTM Publishing.
- [4] Chandler, K. A. (1985). Marine and Offshore Corrosion. London: Butterworth & Co.
- [5] Fontana, M. G. (1987). Corrosion Engineering. Ohio State University: McGraw-Hill Book Company.