

## “Analisa Laju Korosi Dan *Lifetime* Terhadap Pemilihan Jenis *Coating Wrapping, Heat Shrink Sleeve, Dan Painting* Pada Pipa Di Area *Splash Zone Filling Station* Pelabuhan Surabaya”

Risky Reflyandi <sup>1\*</sup>, Ir. Endah Wismawati, M.T <sup>2</sup>, Ika Erawati, S.S., M.Pd. <sup>3</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: [riskyreflyandi@student.ppns.ac.id](mailto:riskyreflyandi@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [endahw@ppns.ac.id](mailto:endahw@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [ika.iger@ppns.ac.id](mailto:ika.iger@ppns.ac.id)<sup>3</sup>;

**Abstract** – Corrosion that occurs on the outer wall of the pipe (external corrosion) is mainly caused by environmental factors that have a high corrosive level. Underground pipes, subsea pipes and pipes that are very close to sea level have a tendency to corrode due to the corrosive environment. With the addition of a coating on the external pipe wall can prevent the corrosion rate by the environment. In this final project, research on corrosion control with the addition of corrosion protection on the external side with variations of protection used is painting, wrapping, HSS (Heat Shrink Sleeve) using NaCl corrosion media with a salinity of 40,000 ppm, this research uses the immersion test method with three The techniques are immersed, half immersed, and aeration. The results of the tests that have been carried out show the lowest corrosion rate using HSS corrosion protection with immersed technique which is 0.0115343 mm/year, half immersed technique is 0.0117157, and aeration technique is 0.0112824 mm/year. Of the three testing techniques for each variation of corrosion protection, the largest average corrosion rate occurs in the half immersed technique. While the calculation of lifetime obtained corrosion protection with the highest lifetime value is HSS of 308.4 years.

**Keyword:** External corrosion, corrosion rate, corrosion protection, lifetime.

### Nomenclature

CR	Corrosion Rate(mm/y)
K	Constant Factor
D	Density of Specimen (gr/cm <sup>3</sup> )
W	Weight loss
A	Area of Specimen (cm <sup>2</sup> )
T	Exposure time (hour)
Ppm	Part Per Million
Tr	Remaining Life (year)
Tacc	Thickness Actual (mm)
Tm	Thickness minimum (mm)
$\rho$	Masa Jenis Material

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan General Kontraktor & Supply. sebagai General Kontraktor & Supply sedang mengerjakan proyek pipa Filling Station On The Spot di di tempat perusahaan yang bergerak di bidang pengelolaan pelabuhan di Surabaya. Pipa yang dikerjakan mulai dari yang berada di atas tanah, didalam ruang pompa hingga pipa yang berada di didalam u ditch atau sleeper.

Untuk pipa di dalam sleeper menggunakan material baja karbon A53 yang diproteksi menggunakan painting 3 layer tanpa menggunakan proteksi korosi dan perlindungan hard lainnya dan ditambah kegiatan operasional yang berpotensi menimbulkan hard damage kemungkinan terbentur, tergores. Pada pipa baja karbon A53 adalah salah satu jenis material yang banyak digunakan di Industri dikarenakan pipa baja karbon memiliki keunggulan dari segi ekonomis, namun pipa baja karbon A53 memiliki kekurangan yaitu mudah terkena korosi.



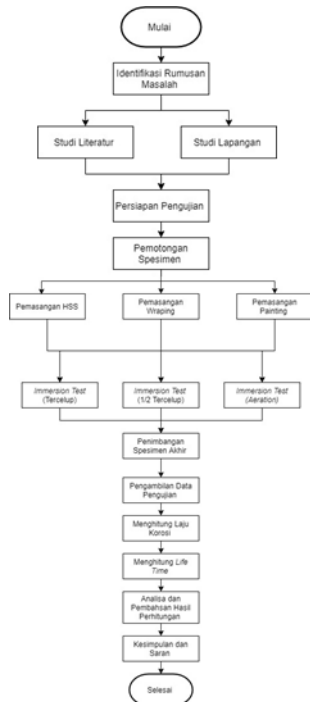
Gambar 1 Kondisi Aexisting pipa

Untuk meminimalisir terjadinya korosi pada material, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengujian pada proteksi *painting, wrapping, dan HSS (Heat Shrink Sleeve)* menggunakan metode *Immersion Test* dengan tiga teknik yaitu *immersed, half immersed, aeration*, temperatur ambient dan juga dengan konsentrasi 40,000 ppm. Hasil dari pengujian tersebut digunakan untuk menghitung laju korosi dan *lifetime*. Kemudian hasil tersebut dianalisa sehingga ditemukan jenis proteksi korosi yang paling tepat.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Metode Penelitian

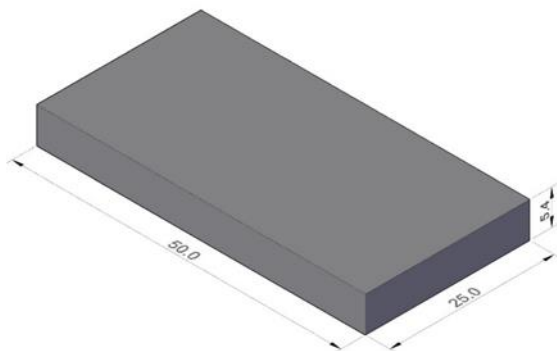
Di dalam suatu penelitian diperlukan suatu metode untuk mempermudah dalam melakukan suatu penelitian. Pada penelitian ini diawali dengan melakukan persiapan material sebelum dilakukan pengujian. Awal mula material pipa API 5D grade G-105 yang akan digunakan untuk pengujian dipilih, tujuannya agar jika material tersebut merupakan spesimen bekas atau kondisi telah digunakan sesuai dengan kriteria untuk dilakukan pengujian potensiostat. Berikut ini diagram alir dari penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir

### 2.2. Persiapan Pengujian dan Pemotongan

Pada awalnya spesimen yang berbentuk pipa A 53 Gr B dengan ukuran *outside diameter* 6 inch dipotong memanjang dengan ukuran 200 mm sebanyak 2 spesimen. Kemudian spesimen tersebut dipotong dengan ukuran yang lebih kecil yaitu 50 mm x 25 mm. Berikut Gambar 3 dibawah ini merupakan contoh bentuk spesimen yang nanti akan diuji.



Gambar 3. Contoh spesimen uji

Spesimen selanjutnya dilakukan perataan dengan gerinda atau kertas gosok agar permukaannya rata. Jika

permukaan sudah rata maka dilakukan *sandblasting*, lalu akan masuk pada tahap pelapisan material dengan menggunakan ketiga *coating*. Setelah proses semua selesai, maka dilakukan pengujian *Immersion Test* dengan tiga teknik yaitu *immersed*, *half immersed*, *aeration*, NaCl 40 gram, dan dilarutkan kedalam 1000 ml H<sub>2</sub>O.

### 2.3. Pengujian Immersion Test

Pada penelitian dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *immersion test* yang mengacu pada (ASTM G31-72) *Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. Pada tahap pengujian *immersion test* ini bertujuan untuk memperoleh nilai *corrosion rate*. Untuk persiapan pengujian memerlukan bahan tambahan yaitu silicon. Penggunaan silicon bertujuan untuk menutup daerah yang tidak perlu dilakukan pengujian. dan area yang akan diuji harus benar-benar dalam kondisi bersih. Persyaratan untuk dilakukan cleaning agar pada saat pengujian *immersion test* nilai *corrosion rate* tidak mengalami kesalahan.

### 2.4. Laju Korosi (Corrosion Rate)

Penghitungan laju korosi umumnya terdapat 2 metode yang sering digunakan, yaitu metode *weightloss* yang mengacu pada pengujian *immersion* dan metode arus yang mengacu pada pengujian *potensiostat*. Laju korosi adalah tolak ukur untuk mengetahui perkembangan korosi dari suatu material. Berikut adalah formula untuk menghitung laju korosi yang ditunjukkan pada persamaan berdasarkan ASTM G31 pada pengujian *immersion aeration test*:

$$Cr = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- Cr : Corrosion Rate (mm/y)
- K : Konstanta (8.76 x 10<sup>4</sup>)
- W : Weight Loss (gram)
- A : Luas Area (cm<sup>2</sup>)
- T : Waktu pengujian (hours)
- D : Density of metal (g/cm<sup>3</sup>)

### 2.5. Lifetime

Setelah dilakukan perhitungan laju korosi maka akan mendapat hasil yang menjadi dasar untuk mencari perhitungan *life time*. Tahap ini dilakukan untuk menentukan ataupun menghitung nilai *Lifetime* dari setiap spesimen uji karena memiliki nilai laju korosi yang berbeda. Perhitungan *Remaining Life* menggunakan referensi dari Standart (API 570, 2016) sebagai berikut:

$$tr = \frac{t_{acc} - t_m}{Cr} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- tr : sisa umur (tahun)
- t<sub>m</sub> : Thickness minimum (mm)

tacc : ketebalan actual (mm)  
 Cr : laju korosi (mm/y)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

**3.1. Hasil Perhitungan Laju Korosi Dan Lifetime**  
 Setelah dilakukan uji immersion aeration test dengan variasi proteksi yaitu *painting*, *wrapping* dan *HSS* dengan salinitas 40,000 ppm untuk pengujian laju korosinya. Dengan teknik yang digunakan yaitu *immersed*, *half immersed*, dan *aeration*. Berikut merupakan hasil perbandingan laju korosi dan *lifetime* dari masing-masing proteksi korosi.

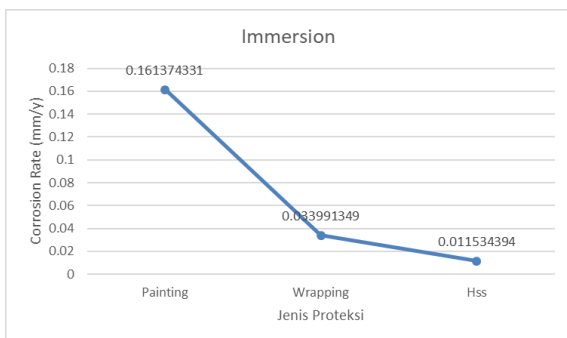
Perhitungan laju korosi dan *lifetime* pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1: Hasil perhitungan laju korosi

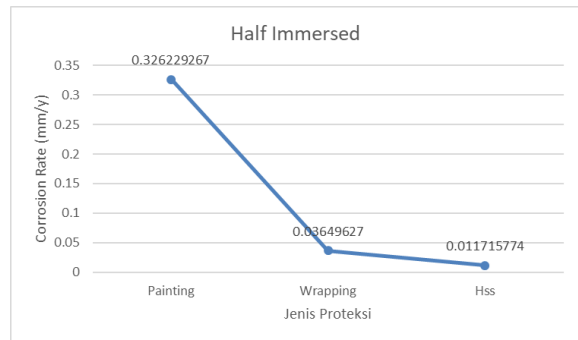
Jenis coating	Salinitas (ppm)	Kode	Teknik Pengujian	A (Cm <sup>2</sup> )	W1 (gram)	W2 (gram)	Weight Loss (gram)	Laju Korosi (mm/y)	Rata-rata Cr (mm/y)
PAINTING	40,000	1	immersed	36.3814	83.6502	83.4489	0.2013	0.183529825	0.163361083
		2	immersed	34.30659	73.138	72.9899	0.1481	0.143192341	
		3	half imme	34.20232	72.1838	71.8561	0.3277	0.31780678	0.327513094
		4	half imme	36.75808	81.697	81.3233	0.3737	0.337219408	
		5	aerasi	36.2518	80.4053	80.293	0.1123	0.102752516	0.09531439
		6	aerasi	35.8588	78.3641	78.2691	0.095	0.087876205	
WRAPPING	40,000	7	immersed	12.852	80.37	80.3572	0.0138	0.030303555	0.033991349
		8	immersed	12.9285	86.3653	86.3514	0.0139	0.035662267	
		9	half imme	12.5751	77.66	77.6465	0.0135	0.035609396	0.03649627
		10	half imme	12.3246	78.0933	78.0794	0.0139	0.037409702	
		11	aerasi	12.1275	75.7892	75.7778	0.0114	0.031179981	0.030600507
		12	aerasi	12.3747	78.205	78.1938	0.0112	0.030021033	
HSS	40,000	13	immersed	12.4248	79.2222	79.2178	0.0044	0.011746421	0.011534394
		14	immersed	12.1831	88.3042	88.2998	0.0045	0.011222368	
		15	half imme	12.8775	84.8194	84.8148	0.0046	0.011848641	0.011715774
		16	half imme	12.6002	82.1271	82.1227	0.0044	0.011582906	
		17	aerasi	12.9785	85.6531	85.6487	0.0044	0.011245285	0.011282471
		18	aerasi	12.6002	82.0802	82.0759	0.0043	0.011319658	

Tabel 2: Hasil perhitungan lifetime

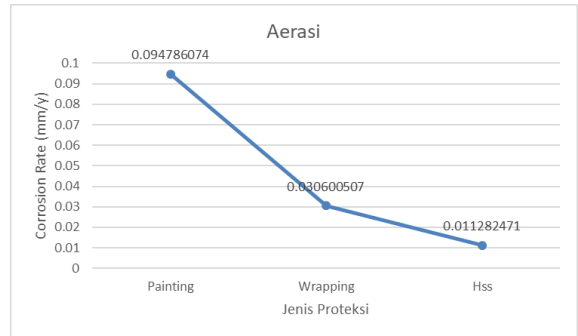
Proteksi	No	Varisasi	Larutan	Laju Korosi (mm/y)	Rata-rata laju korosi (mm/y)	t actual (mm)	t minimum (mm)	Remaining Life (year)
PAINTING	1	imersen	NaCl	0.183529825	0.163361083	7.12	3.62	21.42493143
	2	imersen	NaCl	0.143192341		7.12	3.62	
	3	half	NaCl	0.31780678	0.327513094	7.12	3.62	10.68659563
	4	half	NaCl	0.337219408		7.11	3.62	
	5	aerasi	NaCl	0.102752516	0.09531439	7.1	3.62	36.5107513
	6	aerasi	NaCl	0.087876205		7.12	3.62	
WRAPPING	7	imersen	NaCl	0.030303555	0.034348908	7.1	3.62	101.3132642
	8	imersen	NaCl	0.035662267		7.1	3.62	
	9	half	NaCl	0.035609396	0.036509549	7.11	3.62	95.59143028
	10	half	NaCl	0.037409702		7.1	3.62	
	11	aerasi	NaCl	0.031179981	0.030600507	7.11	3.62	113.7236061
	12	aerasi	NaCl	0.030021033		7.1	3.62	
HSS	13	imersen	NaCl	0.011746421	0.011534394	7.12	3.62	302.5733257
	14	imersen	NaCl	0.011222368		7.11	3.62	
	15	half	NaCl	0.011848641	0.011715774	7.1	3.62	297.0354441
	16	half	NaCl	0.011582906		7.1	3.62	
	17	aerasi	NaCl	0.011245285	0.011282471	7.11	3.62	308.4430623
	18	aerasi	NaCl	0.011319658		7.1	3.62	



Gambar 4. Grafik Laju Korosi Pada Teknik Immersed

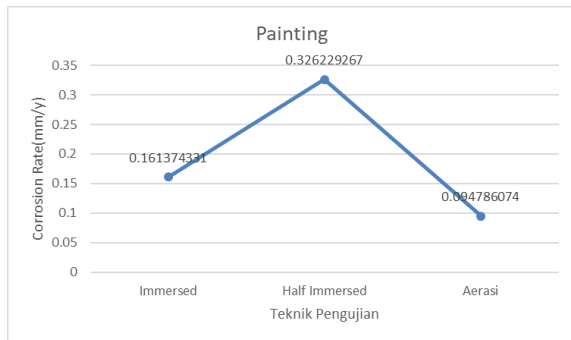


Gambar 5. Grafik Laju Korosi Pada Teknik Half Immersed.

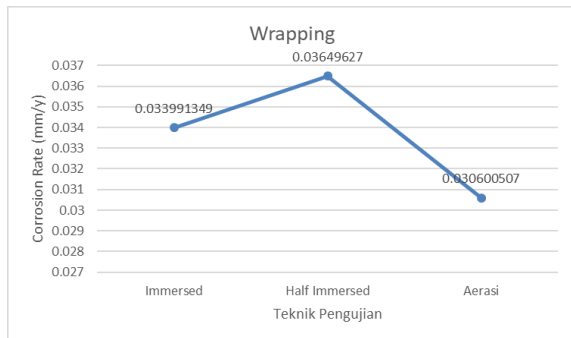


Gambar 6. Grafik Laju Korosi Pada Teknik Aeration.

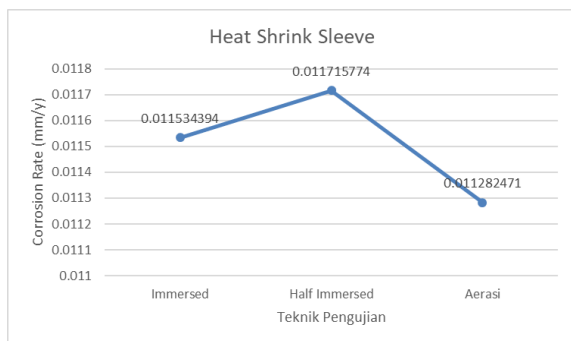
Dari ketiga grafik pada gambar 4, gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan adanya pengaruh proteksi korosi terhadap laju korosi. Pada proteksi korosi HSS memiliki laju korosi paling rendah dan pada proteksi *painting* memiliki nilai laju korosi paling tinggi dengan hasil rata-rata di setiap teknik pengujian. Pada gambar 4 grafik perbandingan pengaruh proteksi korosi terhadap laju korosi dengan teknik *immersed* memiliki nilai laju korosi terendah terjadi pada proteksi *HSS* yaitu 0,011534394 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi pada proteksi *painting* yaitu 0,161374331 mm/y. Pada gambar 5 grafik perbandingan pengaruh proteksi korosi terhadap laju korosi dengan teknik *half immersed* memiliki nilai laju korosi terendah terjadi pada proteksi *HSS* yaitu 0,011715774 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi pada *painting* yaitu 0,326229267 mm/y. Sedangkan pada gambar 6 grafik perbandingan pengaruh proteksi korosi terhadap laju korosi dengan teknik *aeration* memiliki nilai laju korosi terendah terjadi pada proteksi *HSS* yaitu 0,011282471 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi yaitu pada *painting* yaitu 0,094786074 mm/y. Dengan demikian proteksi korosi paling baik yang digunakan untuk menghambat laju korosi pada material A53 Grade B



Gambar 7. Grafik Laju Korosi Pada Painting



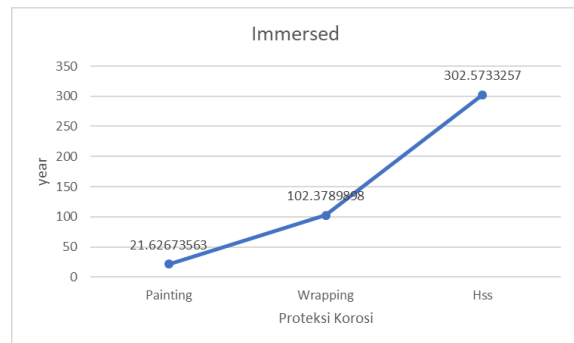
Gambar 8. Grafik Laju Korosi Pada Wrapping



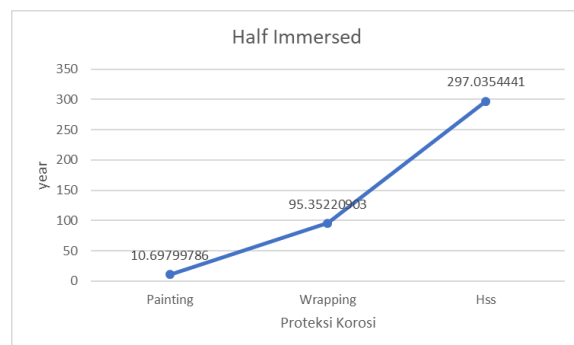
Gambar 9. Grafik Laju Korosi Pada Heat Shrink Sleeve

Dari ketiga grafik di atas menunjukkan adanya pengaruh teknik pengujian terhadap laju korosi. Pada teknik pengujian *half immersed* memiliki laju korosi paling tinggi dan pada teknik aerasi memiliki nilai laju korosi paling rendah. Pada gambar 7 grafik laju korosi pada *painting* memiliki nilai laju korosi terendah terjadi pada aerasi dengan konsentrasi 40,000 ppm 0,094786 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi yaitu pada *half immersed* dengan konsentrasi 40,000 ppm yaitu 0,326229267 mm/y. Pada gambar 8 grafik laju korosi pada *wrapping* memiliki nilai laju korosi terendah terjadi pada aerasi dengan konsentrasi 40,000 ppm yaitu 0,030600507 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi yaitu pada *half immersed* dengan konsentrasi 40,000 ppm yaitu 0,03649627 mm/y. Sedangkan Pada gambar 9 grafik laju korosi pada *HSS* memiliki nilai laju korosi terendah terjadi pada aerasi dengan konsentrasi 40,000 ppm yaitu 0,011282471 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi yaitu pada *half immersed* dengan konsentrasi 40,000 ppm yaitu 0,011715774 mm/y.. Dengan demikian, didapat hasil dari rata-rata pada

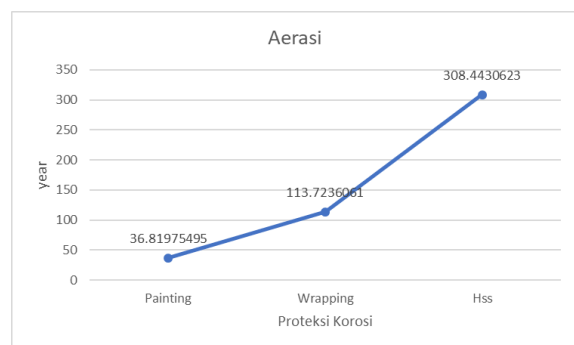
setiap proteksi korosi bahwa teknik pengujian aerasi memiliki nilai laju korosi ter rendah dan teknik *half immersed* memiliki nilai laju korosi tertinggi.



Gambar 10. Grafik Lifetime pada teknik pengujian *immersed*



Gambar 11. Grafik Lifetime pada teknik pengujian *half immersed*



Gambar 12. Grafik Lifetime pada teknik pengujian *aerasi*

Dari ketiga grafik pada gambar 10, gambar 11 dan gambar 12 menunjukkan adanya pengaruh proteksi korosi terhadap *lifetime*. Pada proteksi korosi *painting* memiliki *lifetime* paling rendah dan pada proteksi *HSS* memiliki nilai *lifetime* paling tinggi dengan hasil rata-rata di setiap teknik pengujian. Pada gambar 10 grafik perbandingan pengaruh proteksi korosi terhadap *lifetime* dengan teknik *immersed* memiliki nilai *lifetime* terendah terjadi pada proteksi *painting* yaitu 21,6 ≈ 27 year dan nilai *lifetime* tertinggi pada proteksi *HSS* yaitu 302,5 year. Pada gambar 11 grafik perbandingan pengaruh proteksi korosi terhadap *lifetime* dengan teknik *half immersed* memiliki nilai *lifetime* terendah terjadi pada proteksi *painting* yaitu 10,6 ≈ 11 year dan nilai *lifetime* tertinggi pada proteksi *HSS* yaitu 297 year. Sedangkan pada gambar 12 grafik perbandingan pengaruh proteksi korosi terhadap *lifetime* dengan

teknik *aerasi* memiliki nilai *lifetime* terendah terjadi pada proteksi *painting* yaitu  $36,8 \approx 37$  year dan nilai *lifetime* tertinggi pada proteksi *HSS* yaitu  $308,4 \approx 308$  year. Dengan demikian proteksi korosi paling baik yang digunakan dengan hasil rata-rata *lifetime* tertinggi pada setiap teknik pengujian adalah *HSS* (*Heat Shrink Sleeve*).

#### 4. KESIMPULAN

- a. Dari pengujian menggunakan metode immersion test dengan tiga teknik yaitu immersed, half immersed, dan aerasi diketahui bahwa proteksi korosi *HSS* (*Heat Shrink Sleeve*) memiliki nilai korosi rata-rata paling kecil pada pengujian immersion test menggunakan tiga teknik dan proteksi korosi yang memiliki laju korosi paling besar adalah *painting*, dengan rata-rata laju korosi paling besar diantara ketiga proteksi korosi dan pada tiga teknik pengujian. Dapat diketahui, corrosion rate tertinggi terjadi pada spesimen *painting* dengan nilai salinitas 40.000 ppm yaitu 0.327513094 mm/y pada teknik pengujian half immersed. Sedangkan corrosion rate terendah terjadi pada spesimen *HSS* (*Heat Shrink Sleeve*) dengan nilai salinitas 40.000 ppm yaitu 0.011282471 mm/y pada teknik pengujian aerasi.
- b. Dari pengujian menggunakan metode immersion test dengan tiga teknik yaitu immersed, half immersed, dan aerasi diketahui bahwa nilai laju korosi terendah adalah teknik pengujian aerasi dan nilai laju korosi dengan rata-rata terbesar adalah pada pengujian dengan teknik half immersed. Dapat diketahui, corrosion rate terendah terjadi pada teknik pengujian aerasi dengan nilai salinitas 40.000 ppm yaitu 0.09531439 mm/y, 0.030600507 mm/y, dan 0.011282471 mm/y. Sedangkan corrosion rate tertinggi terjadi pada teknik pengujian half immersed dengan nilai salinitas 40.000 ppm yaitu 0.327513094 mm/y, 0.03649627 mm/y, dan 0.011715774 mm/y.
- c. Berdasarkan laju korosi pada masing-masing spesimen, dapat dilakukan perhitungan *lifetime* dimana nilai tertinggi terdapat pada spesimen *HSS* (*Heat Shrink Sleeve*) *lifetime* tertinggi terjadi pada teknik pengujian aerasi dengan salinitas 40.000 ppm yaitu 308.4430623 years. Sedangkan *lifetime* terendah terjadi pada spesimen *painting* terjadi pada teknik pengujian half immersed dengan salinitas 40.000 ppm yaitu 10.697 years.

#### 5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan variabel yang berbeda yang belum diteliti pada pengujian ini.

2. Menggunakan metode lain yang lebih cepat dan ekonomis.
3. Penggunaan software sebagai pembanding dengan perhitungan manual.
4. Menambahkan perhitungan ekonomis

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan jurnal ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, kakak-kakak, dan ponakan yang telah memberikan banyak kasih sayang, nasehat hidup, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
2. Ibu Ir. Endah Wismawati, M.T. sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar.
3. Ibu Ika Erawati, S.S., Mpd. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar.

#### 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Petroleum Institute 570. (2016). Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping System.
- [2] American Society of Testing and Material G31-72. (2004). Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals.
- [3] ASTM G1 (1999). Standart Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Spesimens. American Society for Testing and Material, U.S.A
- [4] Ayu Rossa A. N. (2019). Analisa Laju Korosi Material Carbon Steel SS400 Pada Roof Top Tangki T-14 Dengan Variasi Ketebalan Coating Dan Temperatur. Surabaya (2019) Proceeding 2nd Conference on Marine Engineering and its Application.
- [5] Damayanti, E. A. (2018). Analisis Laju Korosi dan Lifetime Pipa Underground Baja Karbon A53 dengan Wrapping Protection. Vol 3 No 1 (2018): Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and Its Application 3rd