

**ANALISA LAJU KOROSI PIPA SCH 40 SEAMLESS DENGAN VARIASI MEDIA  
PENGKOROSIAN AIR PAYAU DAN AIR LAUT**

**Cindy Gabriel Maitimu<sup>1)</sup>, Leslie S. Loppies<sup>2)\*</sup>, Denny Ismail Pellu<sup>3)</sup>, Graciadiana I Huka<sup>4)</sup>**

<sup>1,2)</sup> **Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas Politeknik Negeri Ambon**

<sup>3)</sup> **Program Studi Teknik Produksi Migas Politeknik Negeri Ambon**

[maitimugabrielcindy@gmail.com](mailto:maitimugabrielcindy@gmail.com), [leslieloppies@gmail.com](mailto:leslieloppies@gmail.com), [dennypellu21@gmail.com](mailto:dennypellu21@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Metals, especially steel, are widely used in various industrial applications due to their strength and durability. However, corrosion is a significant drawback that can shorten the life of the material. This research aims to analyze the corrosion rate of SCH 40 seamless pipes with a variety of corrosion media: brackish water, sea water, aquadess, NaCl solution, and oxygen, in conditions without paint coating and with paint coating. The research method uses the weight loss method according to the ASTM G102-89 standard, where the corrosion rate is measured in millimeters per year (mmpy) by calculating the difference in pipe weight before and after immersion. The results show that the corrosion rate without paint coating is: brackish water 0.00016 mmpy, sea water 0.00014 mmpy, aquadess 0.00016 mmpy, NaCl 0.00015 mmpy, and oxygen 0.0000045 mmpy. Seawater showed the lowest corrosion rate, possibly due to the formation of a passive protective layer. Oxygen had the lowest corrosion rate, indicating that oxygen alone does not cause significant corrosion without moisture. With paint coating, the pipe corrosion rate becomes: brackish water 0.00000125 mmpy, sea water 0.00000125 mmpy, aquadess 0.00000268 mmpy, NaCl 0.00000107 mmpy, and oxygen 0.00000125 mmpy. The use of paint coatings significantly reduces the rate of corrosion, especially in corrosive media such as brackish water, sea water and salt solutions. These results emphasize the importance of paint coatings to extend the service life of pipes by reducing the speed of corrosion.*

**Key words:** *corrosion, seamless pipe, paint coating, corrosion media, corrosion rate, weight loss method*

**ABSTRAK**

Logam, terutama baja, banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena kekuatan dan ketahanannya. Namun, korosi merupakan kelemahan signifikan yang dapat memperpendek umur material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju korosi pada pipa SCH 40 seamless dengan variasi media pengkorosian: air payau, air laut, aquadess, larutan NaCl, dan oksigen, dalam kondisi tanpa pelapis cat dan dengan pelapis cat. Metode penelitian menggunakan metode kehilangan berat sesuai standar ASTM G102-89, di mana laju korosi diukur dalam millimeter per tahun (mmpy) dengan menghitung selisih berat pipa sebelum dan sesudah perendaman. Hasil menunjukkan bahwa laju korosi tanpa pelapis cat adalah: air payau 0,00016 mmpy, air laut 0,00014 mmpy, aquadess 0,00016 mmpy, NaCl 0,00015 mmpy, dan oksigen 0,0000045 mmpy. Air laut menunjukkan laju korosi terendah, kemungkinan karena pembentukan lapisan pelindung pasif. Oksigen memiliki laju korosi paling rendah, menunjukkan bahwa oksigen saja tidak menyebabkan korosi signifikan tanpa kelembapan. Dengan pelapis cat, laju korosi pipa menjadi: air payau 0,00000125 mmpy, air laut 0,00000125 mmpy, aquadess 0,00000268 mmpy, NaCl 0,00000107 mmpy, dan oksigen 0,00000125 mmpy. Penggunaan pelapis cat secara signifikan menurunkan laju korosi, terutama pada media korosif seperti air payau, air laut, dan larutan garam. Hasil ini menegaskan pentingnya pelapis cat untuk memperpanjang umur pakai pipa dengan mengurangi kecepatan korosi.

**Kata kunci:** *korosi, pipa seamless, pelapis cat, media pengkorosian, laju korosi, metode kehilangan berat*

## **PENDAHULUAN**

Logam, sebagai material konstruksi dan industri, memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari karena kemampuannya untuk dibentuk dengan mudah serta sifat fisik yang unggul, seperti kekuatan, keawetan, dan kekerasan. Meskipun demikian, salah satu kelemahan utama logam adalah korosi, yang dapat memperpendek umur pakai material tersebut. Korosi logam dapat dipicu oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal mencakup kemurnian bahan dan struktur material, sedangkan faktor eksternal meliputi polusi udara, suhu, kelembapan, serta bahan kimia korosif seperti asam, basa, dan garam (Jhony W.S., 2004; Mukhlis.A., 2000).

Dalam industri minyak dan gas, pipa seamless sangat penting karena fungsinya dalam mengangkut minyak dan gas dari sumur produksi ke fasilitas pengolahan atau pelabuhan. Pipa seamless, yang terbuat dari baja berkualitas tinggi dan tanpa sambungan las, memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap tekanan dan korosi. Permukaan dalam pipa yang mulus juga mengurangi kemungkinan terjadinya korosi, yang vital untuk menjaga kebersihan dan keandalan sistem pipa. Media pengkorosian, yaitu lingkungan yang dapat mempercepat proses korosi, termasuk air laut, air payau, aquadess, larutan NaCl, dan oksigen. Masing-masing media memiliki karakteristik yang berbeda yang mempengaruhi laju korosi material logam.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini berjudul “Analisa Laju Korosi pada Pipa SCH 40 Seamless dengan Variasi Media Pengkorosian Air Payau dan Air Laut” bertujuan untuk membandingkan laju korosi pipa SCH 40 seamless dalam berbagai media pengkorosian. Penelitian ini akan menguji laju korosi dengan media seperti air payau, air laut, aquadess, larutan NaCl, dan oksigen, serta mengevaluasi efek pelapis cat pada pipa tersebut. Penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat sesuai standar ASTM G102-89 untuk menentukan laju korosi dalam millimeter per tahun (mmpy).

Variabel Bebas: Air Laut, Oksigen, Air Payau, Aquadess, Larutan NaCl. Variabel Terikat: Laju korosi terkontrol berdasarkan ASTM G102-89 Variabel Kontrol: Pipa seamless SCH 40 Ø 3/4 inch, Proses pengkorosian terkontrol, Pengkorosian bagian luar pipa

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Korosi**

Fontana (1) mengatakan bahwa pengertian korosi adalah kerusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan, dalam hal ini interaksi kimia. Sari dan kartika (2) mengungkapkan bahwa korosi terjadi akibat reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungan. Reaksi oksidasi didefinisikan sebagai reaksi yang menghasilkan elektron dan reduksi terjadi antara dua unsur yang berkaitan elektron. Korosi merupakan peristiwa yang tidak dapat di hindari dalam kehidupan industri atau rumah tangga. Sari, dkk (3) menjelaskan bahwa korosi atau karat disebut sebagai dengan peristiwa kerusakan logam yang di sebabkan oleh faktor metalurgi (di dalam material itu sendiri) dan reaksi kimia dengan lingkungan yang menyebabkan kerusakan material logam tersebut. Bahan korosif (yang dapat menyebabkan korosi) terdiri dari asam dan garam, seperti asam klorida (HCL) dan natrium klorida (NaCL), dimana yang digunakan sebagai media korosif.

### **Teori korosi Berdasarkan Reaksi Elektrokimia**

Teori korosi berdasarkan reaksi elektrokimia menyatakan bahwa korosi adalah reaksi redoks yang terjadi antara logam dan lingkungannya. Reaksi redoks adalah reaksi kimia yang melibatkan pelepasan dan penerimaan elektron. Dalam reaksi korosi, logam bertindak sebagai anoda, tempat terjadinya oksidasi. Oksidasi adalah pelepasan elektron oleh suatu zat. Pada anoda, logam akan melepaskan elektronnya ke lingkungan. Elektron-elektron ini kemudian akan diterima oleh zat lain dalam lingkungan tersebut, yang bertindak sebagai katoda. Sel elektrokimia korosi terdiri dari dua elektroda, yaitu anoda dan katoda. Anoda adalah tempat terjadinya oksidasi, sedangkan katoda adalah tempat terjadinya reduksi. Elektrolit adalah zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Korosi dapat terjadi pada berbagai jenis logam, tetapi logam yang paling rentan terhadap korosi adalah logam yang memiliki potensial elektrokimia rendah.

Potensial elektrokimia adalah ukuran kemampuan suatu zat untuk melepaskan elektron. Semakin rendah potensial elektrokimia suatu zat, semakin mudah zat tersebut teroksidasi dan mengalami korosi.

### **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi**

Keadaan yang berhubungan dengan korosi mempengaruhi cepat atau tidaknya laju korosi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi cepat lambatnya laju korosi yang menyerang suatu material sebagai berikut:

#### **a. Temperature**

Temperatur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju korosi. Menurut Trethewey (1991), kenaikan temperatur pada lingkungan mengakibatkan laju korosi pada suatu material semakin cepat. Karena pada saat temperatur naik 10 °C pada suhu kamar terjadi reaksi oksidasi pada logam naik hingga 2-50 kali. Namun pada temperatur yang tinggi, kelarutan oksigen tersebut akan menurun, sehingga laju reaksi katodik menjadi lebih rendah dan membatasi korosi. Oksigen berpengaruh pada laju korosi bereaksi dengan ion logam yang membentuk oksida, yang penting terhadap reaksi katodik.

#### **b. Oksigen**

Laju korosi juga dipengaruhi oleh kandungan oksigen lingkungan yang bereaksi langsung dengan material. Oksigen pada lingkungan mempengaruhi laju korosi karena oksigen bergabung dengan ion logam pada membentuk oksida, hidroksida dan garam logam. Selain itu, banyaknya air yang terkandung dalam suatu lingkungan seperti tanah mempengaruhi konsentrasi oksigen. Seperti tanah kering, sehingga kondisi menjadi aerobik dan laju difusi oksigen meningkat. Menurut Haryono (2010), oksigen di udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang basah. Jadi kemungkinan terjadinya korosi lebih tinggi. Di dalam air (lingkungan terbuka), keberadaan oksigen menyebabkan korosi.

#### **c. Air**

Besar kecilnya jumlah air atau uap air sangat mempengaruhi laju korosi logam. Reaksi terjadi tidak hanya antara logam dan oksigen, tetapi juga dengan uap air, yang menjadi reaksi elektrokimia seiring dengan kerja air. Fungsi air sebagai berikut:

1. Pereaksi, misalnya pada logam besi akan berwarna coklat karena terjadinya besi hidroksida.
2. Katalisator. Besi akan cepat bereaksi dengan O<sub>2</sub> dari udara sekitar apabila terdapat uap air.
3. Pelarut. Produk-produk korosi akan larut dalam air seperti besi sulfat dan besi klorida.
4. Elektrolit lemah, yaitu sebagai penghantar arus yang kecil atau lemah.

#### **d. Lingkungan Industri**

Faktor lingkungan industri juga mempengaruhi logam yang terkorosi, logam terkorosi ketika logam dan bahan kimia bersentuhan. Korosi di lingkungan industri dimana bahan kimia seperti digunakan dalam produksi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, dll, sangat korosif. Pencegahan korosi pada lingkungan industri adalah sebagai berikut:

1. Dipilih/dicarikan bahan logam untuk konstruksi yang paling ekonomis tetapi teknisnya masih dapat dipertanggungjawabkan.
2. Dapat pula memilih bahan non logam seperti plastik, keramik, beton dan sebagainya dengan tidak boleh mengesampingkan kondisi kerjanya.
3. Memberi logam lindung yang tepat atau lapis lindung lainnya

#### **e. Lingkungan laut**

Udara dilingkungan laut jauh lebih korosif dibandingkan udara pedalaman, karena tidak hanya mengandung komposisi kimianya sendiri tetapi juga garam dan zat lain yang terdapat di air laut, sama seperti udara biasa. Hal ini disebabkan oleh benturan gelombang dan percikan air laut. Semburan air laut berupa tetesan air halus terbawa angin dan sangat mempengaruhi korosifitas udara terhadap logam.

### **Media Pengkorosian**

- a. Air laut  
Air laut memiliki Tingkat keasaman (pH) yang lebih rendah daripada air hujan. Semakin rendah pH suatu larutan, maka semakin bersifat korosif larutan tersebut. Oleh karena itu, Air laut bersifat lebih asam daripada air hujan. (pH air laut 6.0 dan pH air hujan 6.1). air laut mengandung berbagai macam ion, seperti klorida (Cl<sup>-</sup>), sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), dan magnesium (Mg<sup>2+</sup>), yang sangat korosif terhadap logam.
- b. Air payau  
Air payau merupakan campuran antara air tawar dan air laut, sehingga sifat korosifnya berada di antara keduanya. Kandungan garam dalam air payau lebih rendah daripada air laut, namun tetap dapat menyebabkan korosi.
- c. Aquadess  
Aquadess adalah air murni yang hamper tidak mengandung ion atau zat terlarut. Dalam kondisi ideal, aquadess akan menyebabkan laju korosi yang sangat rendah. Namun, keberadaan oksigen terlarut yang dapat sedikit mempercepat proses korosi.
- d. Natrium klorida (NaCl)  
Natrium klorida (NaCl) merupakan garam dapur yang sangat korosif terhadap logam. Ketika di larutkan dalam air, ion-ion Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup> akan mempercepat reaksi elektrokimia yang menyebabkan korosi
- e. Oksigen (O<sub>2</sub>)  
Oksigen (O<sub>2</sub>) adalah salah satu factor utama yang mempengaruhi laju korosi. Oksigen bertindak sebagai penerima elektron dalam reaksi reduksi pada katoda, sehingga mempercepat proses korosi.

### **Pipa SCH 40 *Seamless***

Pipa sch 40 adalah bahwa pipa tersebut telah dilakukan percobaan pengetesan dengan tekanan air, aman sampai pada tekanan 40 kg/cm<sup>2</sup>, dan *seamless* berasal dari bahasa inggris yang berarti tanpa kelim/las. Jadi secara utuh pengertian dari pipa schedule (sch) 40 seamless adalah pipa tanpa sambungan/tanpa las dengan kekuatan pengetesan sampai pada tekanan 40 kg/cm<sup>2</sup> (Sarjito Jokosisworo, 2012).

### **Metode Kehilangan Berat**

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut (Fontana, 1986):

$$\Delta W = W_o - W_1 \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

$\Delta W$  = Selisih berat (gram)

$W_o$  = Berat sebelum diuji (gram)

$W_1$  = Berat setelah diuji (gram)

Metode ini mengukur kembali berat awal benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi pada benda tersebut), kekurangan berat daripada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya (Fontana, 1986).

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{K \times W L}{A \times t \times D} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

CR = Laju korosi (mmpy)

W = Weight Loss (gram)

K = Konstanta Faktor

D = Densitas Spesimen (g/mm<sup>3</sup>)

As = Luas Permukaan (mm<sup>2</sup>)

T = Waktu (jam)

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{87,6 \times W \text{ (mm)}}{A \times t \times D \text{ (tahun)}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan sustainable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat spesimen diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat spesimen tersebut diteliti.

### **Salinitas**

Salinitas adalah kadar ion-ion terlarut dalam air. Saat ini, salinitas air adalah jumlah garam atau garam terlarut dalam air. Satuan salinitas dapat dinyatakan dalam gram garam per kilogram air atau dalam persen per seribu (ppt atau 0%). Air laut rata-rata 35 ppt, tetapi bervariasi antara 30 dan 40 ppt. karena perbedaan penguapan, curah hujan, pembekuan dan aliran air tawar dari dalam tanah pada garis lintang dan lokasi yang berbeda, tergantung pada kedalaman air, salinitas air laut juga bervariasi, karena kepadatan dan tekanan air meningkat seiring dengan kedalaman.

### **Coating**

*Coating* adalah sebuah proses pelapisan yang diterapkan pada suatu permukaan benda untuk melindungi benda dan tahan lama dari korosi dalam proses pelapisan ini yang digunakan adalah cat. Pelapisan terdiri dari 2 jenis, yaitu *liquid coating* dan *concrete coating*. *Liquid coating* biasanya berupa *painting* (pengecatan), sedangkan *concrete coating* adalah pelapisan dengan menggunakan beton. Cat adalah pelapis yang kebanyakan memiliki kegunaan ganda untuk melindungi permukaan suatu benda. Selain berfungsi sebagai dekoratif, pelapisan dengan menggunakan cat juga berfungsi sebagai media anti korosi yang melindungi permukaan benda semacam tangki, pipa, badan kapal.

### **ASTM (American Society for Testing and Material)**

ASTM Internasional merupakan organisasi internasional sukarela yang mengembangkan standarisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa. ASTM Internasional yang berpusat di Amerika Serikat. ASTM dibentuk pertama kali pada tahun 1898 oleh sekelompok insinyur dan ilmuwan untuk mengatasi bahan baku besi pada rel kereta api yang selalu bermasalah. Sekarang ini, ASTM mempunyai lebih dari 12.000 buah standar. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam penelitian akademisi maupun industry.

ASTM G102-89 merupakan standard yang digunakan untuk melakukan percobaan perhitungan laju korosi terhadap spesimen dengan metode elektrokimia. ASTM G102 – 89 berkaitan dengan standar lainnya yang mengatur tentang persiapan awal spesimen sampai pembersihan spesimen (G1-90) dan untuk perendaman spesimen terhadap larutan korosif diatur pada standart ASTM G31-72. Sehingga pada standar ASTM G102-89 dijelaskan prosedur dan faktor-faktor yang mempengaruhi mulai dari pencelupan spesimen dan partikel partikel tes metode Elektrokimia. Adapun faktor-faktor yang akan dibahas pada ASTM G102 – 89 ini adalah persiapan spesimen yang akan diteliti, apparatus, test kondisi, metode pembersihan spesimen, evaluasi hasil, dan perhitungan laju korosi.

## **METODOLOGI**

Metode penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengevaluasi laju korosi pada pipa SCH 40 seamless dengan menggunakan berbagai media pengkorosian. Penelitian ini akan mengukur laju korosi dengan cara perendaman pipa dalam media yang berbeda dan menggunakan metode kehilangan berat untuk menentukan laju korosi. Penelitian ini berfokus pada dua jenis media pengkorosian utama, yaitu air payau dan air laut.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif. Dalam eksperimen ini, pipa SCH 40 seamless akan direndam dalam media pengkorosian yang telah ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar laju korosi yang terjadi pada pipa yang terpapar oleh berbagai media. Pengukuran laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat sesuai dengan standar ASTM G102-89. Objek penelitian ini adalah pipa SCH 40 seamless dengan diameter  $\frac{3}{4}$  inch. Penelitian ini akan fokus pada analisis laju korosi pada pipa seamless yang direndam dalam variasi media pengkorosian, yaitu air hujan dan air laut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh media pengkorosian terhadap tingkat korosi pada pipa.

Penelitian ini akan dilaksanakan selama dua bulan, dari Maret hingga April 2024. Penelitian dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Ambon, yang dilengkapi dengan fasilitas dan peralatan yang diperlukan untuk pengujian korosi.

Data Primer: Data utama diperoleh langsung dari eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Ambon. Data ini mencakup hasil pengukuran laju korosi berdasarkan metode kehilangan berat. Data Sekunder: Data sekunder digunakan untuk mendukung data primer dan terdiri dari literatur yang relevan, termasuk jurnal, artikel, dan bacaan lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Analisa Perhitungan specimen tanpa lapisan cat**

#### **Air Payau**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (6,12)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{536,112}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,00065) = 0,00016 \text{ mmpy}$$

#### **Air Laut**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (5,55)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{486,18}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,00059) = 0,00014 \text{ mmpy}$$

**Aquadess**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (6,2)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{543,12}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,00066) = 0,00016 \text{ mmpy}$$

**NaCl**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (5,65)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{494,94}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,00060) = 0,00015 \text{ mmpy}$$

**Oksigen**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (0,17)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{14,892}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,000018) = 0,0000045 \text{ mmpy}$$

**B. Analisis perhitungan laju korosi pada spesimen pakai Pelapis cat**

**Air Payau**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (0,05)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{4,38}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,000005) = 0,00000125 \text{ mmpy}$$

**Air Laut**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (0,05)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{4,38}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4} (0,000005) = 0,00000125 \text{ mmpy}$$

**Aquadess**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (0,1)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{8,76}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4}(0,0000107) = 0,00000268 \text{ mmpy}$$

**NaCl**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (0,04)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{3,504}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4}(0,00000428) = 0,00000107 \text{ mmpy}$$

**Oksigen**

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times WL}{AtD} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{87,6 \times (0,05)}{342,8 \times 1.080 \times 2,21} \right)$$

$$CR = \frac{1}{4} \left( \frac{4,38}{818.195,04} \right) = \frac{1}{4}(0,000005) = 0,00000125 \text{ mmpy}$$

**C. Laju korosi specimen tanpa lapisan cat dan pakai lapisan cat**

**Tabel 4.1 Perbandingan Laju Korosi**

air payau	0,00016	0,00000125
air laut	0,00014	0,00000125
akuadess	0,00016	0,00000268
nacl	0,00015	0,00000107
oksigen	0,0000045	0,00000125

**Pembahasan**

Laju korosi adalah parameter kritis dalam penilaian umur dan ketahanan pipa terhadap berbagai media korosif. Pengujian laju korosi dilakukan dalam media korosif yaitu air payau, air laut, aquadess, NaCl dan oksigen. laju korosi diukur dalam millimeter per tahun (mmpy) dengan dua kondisi yaitu tanpa pelapis cat dan dengan pelapis cat. Pengukuran dilakukan berdasarkan metode kehilangan berat, yang melibatkan perhitungan selisih berat pipa sebelum dan sesudah perendaman. Laju korosi pipa tanpa pelapis cat adalah air payau 0,00016 mmpy, air laut 0,00014 mmpy, aquadess 0,00016 mmpy, NaCl 0,00015 mmpy, dan oksigen 0,0000045 mmpy. Air laut menunjukkan laju korosi terendah di antara media lainnya, meskipun umumnya dikenal sebagai lingkungan yang sangat korosif. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh pembentukan lapisan pelindung pasif pada permukaan pipa. Oksigen memiliki laju korosi yang paling rendah tanpa pelapis cat, menunjukkan bahwa oksigen saja tidak cukup untuk menimbulkan korosi signifikan tanpa adanya kelembapan atau kondisi lain. Laju korosi pipa dengan pelapis cat adalah sebagai berikut, air payau 0,00000125 mmpy, air laut 0,00000125 mmpy, aquadess 0,00000268 mmpy,



NaCl 0,00000107 mmpy, dan oksigen 0,00000125 mmpy. Air payau dan air laut menunjukkan penurunan drastic dalam laju korosi menjadi 0,00000125 mmpy dengan menggunakan pelapis cat, menekankan bahwa efektivitas cat dalam melindungi pipa dari lingkungan yang lebih agresif. Aquadess menunjukkan penurunan laju korosi menjadi 0,00000268 mmpy. Walaupun tidak sebesar penurunan di media lainnya, pelapis cat tetap memberikan perlindungan tambahan. NaCl menunjukkan penurunan terbesar dalam laju korosi 0,00000107 mmpy, menunjukkan bahwa cat sangat efektif dalam mencegah korosi akibat larutan garam. Oksigen juga mengalami penurunan dalam laju korosi menjadi 0,00000125 mmpy dengan cat, meskipun laju korosi awalnya sangat rendah.

### **Penutup**

Media pengkorosian menunjukkan variasi dalam laju korosi dengan air laut mencatat laju korosi terendah (0,00014 mmpy), diikuti oleh NaCl (0,00015 mmpy), air payau dan aquadess (0,00016 mmpy), serta oksigen (0,0000045 mmpy). Air laut menunjukkan laju korosi terendah meskipun dikenal sebagai lingkungan yang sangat korosif, kemungkinan disebabkan oleh pembentukan lapisan pelindung pasif pada permukaan pipa. Oksigen, meskipun memiliki laju korosi terendah tanpa pelapis cat, tidak cukup menimbulkan korosi signifikan tanpa adanya kelembapan atau kondisi lain.

Penggunaan pelapis cat secara signifikan mengurangi laju korosi pada pipa di semua media pengkorosian yang diuji. Air payau dan air laut menunjukkan penurunan drastis menjadi 0,00000125 mmpy, menandakan bahwa pelapis cat sangat efektif dalam melindungi pipa dari lingkungan yang lebih agresif. Aquadess, meskipun mengalami penurunan laju korosi menjadi 0,00000268 mmpy, tetap mendapatkan perlindungan tambahan berkat pelapis cat. NaCl menunjukkan penurunan terbesar dalam laju korosi menjadi 0,00000107 mmpy, mengindikasikan bahwa cat sangat efektif dalam mencegah korosi akibat larutan garam. Oksigen juga mengalami penurunan dalam laju korosi menjadi 0,00000125 mmpy dengan pelapis cat, meskipun laju korosi awalnya sangat rendah.

### **REFERENSI**

- Anugrah V Ilannuri, 2015 “Pengaruh Variasi Sudut Bending Pipa Seamless Sch 40 Terhadap Ketahanan Korosi Pada Media Air Laut”
- Dwi Anggi Wibowo Dan Abdul Ghofur, 2021 “Pengaruh Kadar Salinitas Air Terhadap Laju Korosi Baja St 60” Rotary Volume 3 No 2 2021
- Ismet Eka Putra Dan Hasbi Ramdani, 2021 “Pengaruh Sirkulasi Larutan 0.5 % Hcl Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah” Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, Vol. 11, No. 1, April 2021
- M.G. Fontana (1987) “Teori Dasar Korosi”
- Sarjito Jokosisworo, 2012 “Studi Komparasi Pipa Sch 40 Galvanize Dengan Sch 40 Non-Galvanize Pada Sistem Pipa Ballast Dikaji Dari Segi Teknis Dan Ekonomis”
- Sari, A. Kartika, (2017) “Studi Karakterisasi Laju Korosi Logam Alumunium Dan Pelapisan Dengan Menggunakan Membran Selulosa Asetat”
- Sari, D. Mitra, S. Handani, Yetri Dan Yuli (2013): “Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 Dalam Medium Asam Klorida Dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daub Teh (Camelia Sinensis)”
- Sumarji, 2011 “ Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan Ph” Jurnal Rotor, Volume 4 Nomor1
- Yani Cordoba Surbakti, 2017 “Analisa Laju Korosi Pada Pipa Baja Karbon Dan Pipa Gelvanis Dengan Metode Kehilangan Berat” Skripsi - Me14150
- Yudha Kurniawan Afandi, Irfan Syarif, Admiaji 2012. —Analisa Laju Korosi pada pelat baja Karbon dengan Variasi ketebalan coatingl, Jurusan T.Sistem Perkapalan – ITS Surabaya

**Journal Mechanical Engineering (JME).**  
**VOL 2. NO.2 AGUSTUS 2024**

---

ASTM (American Standart for Testing and Material). "ASTM G1-90 vol 3.2 Faraday Law" Amerika: ASTM International, (2002). BKI ( Biro Klasifikasi Indonesia). —Rule For Machinery Instalation vol 3. Indonesia. 2014

API 570 . — Piping Inspection Code In-Service Inspection, Repair and Alteration of Piping System, Fourth Edition, Include Addendum 1l. America. 2016