

## ANALISIS CORROSION RATE TERHADAP REMAINING LIFE STORAGE TANK T03-300 KL DI PLTD POKA DENGAN MENGGUNAKAN METODE RISK BASED INSPECTION (RBI)

Rian Fazrian<sup>1)</sup>, Erwin B. Pattikayhattu<sup>2)</sup>, Alexander A. Patty<sup>3)</sup>

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

<sup>2)</sup> Prodi Teknologi Produksi Migas Politeknik Negeri Ambon,

<sup>3)</sup> Prodi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

[rianfazrian55@gmail.com](mailto:rianfazrian55@gmail.com) [aer.pattykaihatu@gmail.com](mailto:aer.pattykaihatu@gmail.com)

### Abstract

*This study is entitled "Corrosion Rate Analysis of Remaining Life Storage Tank T03-300 KL at PLTD Poka Using the Risk Based Inspection (RBI) Method". The purpose of this study is to evaluate the corrosion rate and residual life of the T03-300 KL storage tank used at PLTD Poka, as well as to provide recommendations related to appropriate inspection strategies based on risk analysis. The method used in this study is Risk Based Inspection (RBI), which allows the determination of the probability of failure (PoF) and the consequences of failure (CoF) of the storage tank. The data collected includes primary data through observation, measurement, and direct inspection of tanks, as well as secondary data from relevant literature.*

**Keyword :** Corrosion Rate, Remaining Life, Storage Tank Risk Based Inspection (RBI), Probability of Failure (PoF), Consequence of Failure (CoF)

### Abstrak

*Penelitian ini berjudul "Analisis Corrosion Rate Terhadap Remaining Life Storage Tank T03-300 KL di PLTD Poka dengan Menggunakan Metode Risk Based Inspection (RBI)". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi laju korosi dan umur sisa dari tangki penyimpanan T03-300 KL yang digunakan di PLTD Poka, serta untuk memberikan rekomendasi terkait strategi inspeksi yang tepat berdasarkan analisis risiko. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Risk Based Inspection (RBI), yang memungkinkan penentuan probabilitas kegagalan (Probability of Failure - PoF) dan konsekuensi kegagalan (Consequence of Failure - CoF) dari tangki penyimpanan. Data yang dikumpulkan meliputi data primer melalui observasi, pengukuran, dan inspeksi langsung terhadap tangki, serta data sekunder dari literatur yang relevan.*

**Kata kunci:** Corrosion Rate, Remaining Life, Storage Tank Risk Based Inspection (RBI), Probability of Failure (PoF), Consequence of Failure (CoF) Inspeksi Pemeliharaan ULPLTD Poka Analisis Risiko.

### Pendahuluan

Skripsi ini membahas tentang analisis laju korosi dan umur sisa dari tangki penyimpanan T03-300 KL di PLTD Poka dengan menggunakan metode Risk Based Inspection (RBI). Korosi merupakan salah satu tantangan utama dalam industri, yang dapat mengakibatkan penurunan kekuatan material dan biaya perbaikan yang tinggi. Oleh karena itu, penting untuk melakukan inspeksi dan pemeliharaan yang tepat untuk mencegah kerugian yang lebih besar. Metode RBI dipilih karena kemampuannya dalam menentukan probabilitas kegagalan dan konsekuensi dari kegagalan, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait strategi inspeksi yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi yang berguna bagi industri dalam pengelolaan tangki penyimpanan serta sebagai referensi bagi akademisi dalam pengembangan ilmu pengetahuan terkait inspeksi berbasis risiko.

## **Tinjauan Pustaka**

### **Jenis-Jenis Tangki Timbun**

Tangki penyimpanan atau storage tank dapat hadir dalam berbagai bentuk dan jenis.

1. Berdasarkan Letaknya

Berdasarkan pada letaknya, tangki dibagi menjadi beberapa tipe.

a. *boveground Tank*

yaitu tangki penyimpanan yang berada di atas permukaan tanah.

b. *Underground Tank*

Yaitu tangki penyimpanan yang terletak di bawah permukaan tanah. Tangki ini umumnya digunakan untuk menyimpan bahan bakar minyak (BBM) di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).

### **Faktor Yang Mempengaruhi Korosi**

1. Faktor Gas Terlarut.

Oksigen (O<sub>2</sub>): Kehadiran oksigen terlarut dapat memicu korosi pada logam. Semakin tinggi kandungan oksigen, semakin cepat laju korosi logam tersebut. Umumnya, reaksi korosi pada besi disebabkan oleh adanya oksigen terlarut. Reaksinya adalah sebagai berikut:

2. Faktor Temperatur

Peningkatan temperatur umumnya akan mempercepat laju korosi, meskipun sebenarnya kelarutan oksigen berkurang seiring dengan meningkatnya temperatur. Jika logam berada pada temperatur yang tidak merata, kemungkinan terjadinya korosi akan semakin besar.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Risk Based Inspection (RBI) untuk menganalisis laju korosi dan umur sisa dari storage tank T03-300 KL di PLTD Poka. Metodologi penelitian terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

1. Deskripsi dan Tujuan Khusus: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi tangki penyimpanan yang terbuat dari logam, yang berpotensi mengalami korosi akibat interaksi dengan bahan bakar. Inspeksi dilakukan untuk mendeteksi ketebalan lapisan tangki dan laju korosi yang terjadi.
2. Pengambilan Data: Data dikumpulkan melalui pengukuran ketebalan menggunakan alat ultrasonic thickness gauge GM 100. Sebelum pengambilan data, spesifikasi tangki diperiksa untuk memastikan keakuratan pengukuran.
3. Prosedur Penelitian: Prosedur penelitian meliputi:
  - a. Inspeksi visual untuk mengidentifikasi kondisi fisik tangki.
  - b. Pengukuran ketebalan dinding tangki menggunakan metode ultrasonic testing untuk menentukan laju korosi.
  - c. Analisis data untuk menghitung umur sisa tangki berdasarkan hasil pengukuran dan laju korosi yang terdeteksi.

4. Analisis Perhitungan: Data yang diperoleh dianalisis untuk menghitung ketebalan minimum yang diperlukan, laju korosi, dan sisa umur pakai tangki. Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan prioritas inspeksi dan memberikan rekomendasi pemeliharaan.
5. Evaluasi dan Rekomendasi: Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini memberikan rekomendasi untuk tindakan pemeliharaan dan inspeksi yang diperlukan untuk memastikan keamanan dan keandalan operasional tangki penyimpanan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1 . Data Tangki**

| Keterangan               | Meter | Feet  |
|--------------------------|-------|-------|
| Diameter Tangki          | 7,76  | 25,45 |
| Tinggi setiap Course 1-5 | 1,54  | 5,052 |
| Tinggi Cairan            | 7,42  | 24,34 |

### Perhitungan Ketebalan Minimum

Untuk menentukan tebal minimum yang diizinkan pada *storage tank* no nomor T03-300 KL dapat menggunakan rumus berikut:

#### Persamaan 2.1

$$t_{\min} = \frac{2,6 (H-1)DG}{SE}$$

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Ketebalan Minimum**

| Bagian       | t(actual) | t(min) mm |
|--------------|-----------|-----------|
| <b>Shell</b> | Course 1  | 6,8       |
|              | Course 2  | 6,9       |
|              | Course 3  | 7,0       |
|              | Course 4  | 7,1       |
|              | Course 5  | 5,5       |

### Perhitungan laju korosi

Untuk menentukan laju korosi pada tangki dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

#### Persamaan (2.2)

$$Corrosion Rate = \frac{t(sebelumnya) - t(aktual)}{\text{perbedaan waktu}} = \text{mm/years}$$

**Tabel 3.** Hasil Corrosion Rate

|              | Bagian   | Corrosion Rate (mm/year) |
|--------------|----------|--------------------------|
| <b>Shell</b> | Course 1 | 0,136 mm/year            |
|              | Course 2 | 0,134 mm/year            |
|              | Course 3 | 0,131 mm/year            |
|              | Course 4 | 0,128 mm/year            |
|              | Course 5 | 0.171 mm/year            |

#### **Perhitungan Remaining Life**

Untuk menentukan Sisa Umur Pakai/*Remaining Life* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan Berikut:

**Persamaan (2.3)**

$$RL = \frac{t(aktual) - t(min)}{CR}$$

**Tabel 4.** hasil perhitungan *Remaining Life*

|              | Bagian   | Sisa umur ( <i>Remaining Life</i> ) |
|--------------|----------|-------------------------------------|
| <b>Shell</b> | Course 1 | 34,55 year                          |
|              | Course 2 | 32,53 year                          |
|              | Courae 3 | 34,04 year                          |
|              | Courae 4 | 35,62 year                          |
|              | Courae 5 | 17,30 year                          |

#### **Perhitungan RBI (shell storage tank)**

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah RBI semi-kuantitatif. Metode ini merupakan gabungan dari metode analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. metode ini menggabungkan kelebihan dalam hal kecermatan dari metode kuantitatif dan kecepatan dari metode kualitatif dan cocok untuk menganalisis risiko yang memiliki keterbatasan data (Nugroho et al., 2016).

##### **1. Probability of failure**

Penentuan kemungkinan terjadinya kegagalan atau probability of failure (PoF) ditentukan oleh frekuensi umum terjadinya kegagalan (gff), Faktor kerusakan Df (t), dan Faktor sistem manajemen (F<sub>MS</sub>).

**Tabel 5.** *Katagori Probability of failur*

| <b>Katagori</b> | <b><i>Probability Of Failure</i></b> |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1               | < 0,00010                            |
| 2               | 0,0001 – 0,001                       |
| 3               | 0,001 – 0,01                         |
| 4               | 0,01 – 0,1                           |
| 5               | 0,1 - 1                              |

**a. Frekuensi Kegagalan Umum (gff)**

Untuk mengetahui nilai frekuensi kegagalan umum (gff)/tahun, dapat dilihat berdasarkan Tabel di bawah ini:

**Tabel 6.** Nilai Ketetapan gff Total

| Jenis Material  | gff total |
|-----------------|-----------|
| <b>Course-1</b> | 0,0001    |
| <b>Course-2</b> | 0,0001    |
| <b>Course-3</b> | 0,0001    |
| <b>Course-4</b> | 0,0001    |
| <b>Course-5</b> | 0,0001    |

Untuk menghitung besarnya nilai faktor kerusakan akibat penipisan, maka terlebih dahulu menentukan parameter faktor kerusakan menggunakan persamaan:

**Persamaan (2.5)**

$$A_{rt} = \max \left[ \left( 1 - \frac{Cr. age}{t_{min} + CA} \right), 0.0 \right]$$

Hasil  $A_{rt}$  bernilai nol disebabkan perhitungan berdasarkan persamaan menghasilkan nilai kurang dari nol, sehingga digunakanlah nilai terbesar nol sebagai hasilnya.

**Tabel 7.** Hasil perthitungan parameter Faktor Kerusakan ( $A_{rt}$ )

| Komponen        | $A_{rt}$ |
|-----------------|----------|
| <b>Course-1</b> | 0        |
| <b>Course-2</b> | 0        |
| <b>Course-3</b> | 0        |
| <b>Course-4</b> | 0        |
| <b>Course-5</b> | 0        |

**b, Damage Factor Df (t)**

Faktor kerusakan atau damage factor Df (t) mempengaruhi kemungkinan terjadinya kegagalan pada suatu peralatan. Gunakan rumus di bawah ini:

**Persamaan (2.6)**

$$D_f^{thin} = \frac{D_{fb}^{thin} \cdot F_{IP} \cdot F_{DL} \cdot F_{WD} \cdot F_{AM} \cdot F_{SM}}{F_{OM}}$$

Berdasarkan penjelasan pada API 581 halaman 2-22, nilai FOM tidak digunakan pada perhitungan kali ini disebabkan nilai  $D_{fb}^{thin} = 1$ . Untuk nilai FIP (Injection/Mix Points) tidak digunakan karena tidak dilakukan proses injeksi. FDL (Dead Legs) tidak digunakan pada perhitungan sebab nilai tersebut hanya diperuntukkan pada pipa. Nilai FWD (Welded Construction) adalah 1 karena tangki timbun dilakukan pengelasan. Nilai FAM adalah 1 karena perawatan sesuai API 653. Nilai FSM tidak digunakan pada perhitungan sebab nilai tersebut hanya diperuntukkan pada tangki timbun bagian dasar.

$$D_f^{thin} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

**a. Faktor Sistem Manajemen (Fms)**

Untuk mengetahui besarnya dampak sistem manajemen, dapat di lihat pada persamaan di bawah ini:

**Persamaan (2.7)**

$$pscore = \frac{Score}{1000} \cdot 100 \text{ [unit is 100\%]}$$

$$pscore = \frac{10}{1000} \cdot 100$$

$$pscore = 1$$

Setelah didapatkan nilai gff, Df(t), dan  $F_{MS}$  maka selanjutnya nilai tersebut dimasukkan ke persamaan untuk mencari nilai probabilitas kegagalan (Pof) gunakan persamaan berikut:

**Persamaan (2.4)**

$$Pf(t) = gff \cdot Df(t) \cdot F_{ms}$$

$$= 0,0001 \times 1 \times 9,5499$$

$$= 0,00095499$$

**2. Consequence of Failure (COF)**

konsekuensi akibat kegagalan (*consequence of failure*) pada penelitian ini dihitung berdasarkan kerugian finansial yang timbul akibat kerusakan.

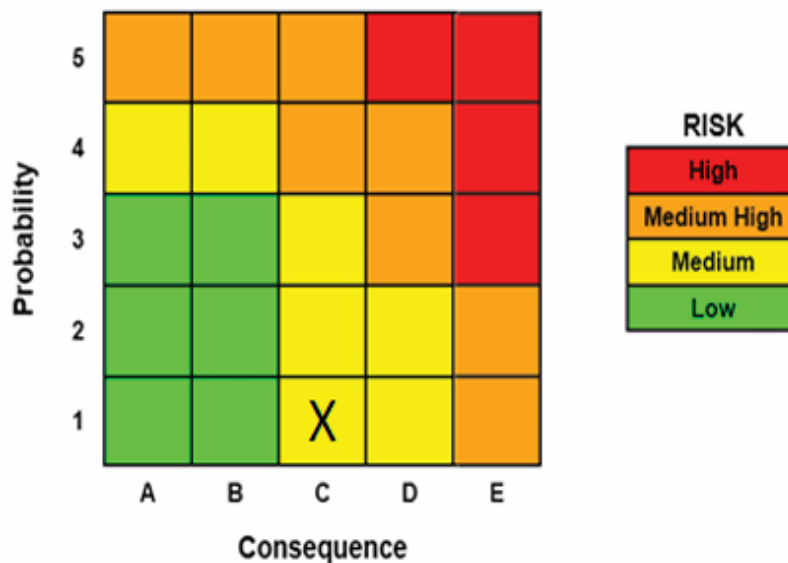
**Tabel 8. Consequence of Failure (COF)**

| Kategori | Consequence Of Failure     |
|----------|----------------------------|
| A        | $FC < 10.000$              |
| B        | $10.000 < FC < 100.000$    |
| C        | $100.000 < FC < 1.000.000$ |
| D        | $1.000 < FC < 10.000.000$  |
| E        | $FC > 10.000.000$          |

Adapun komponen biaya kerugian finansial tersebut diantaranya (*American Petroleum Institute*, 2016b). Biaya pembersihan lingkungan atau *environment cost* ( $FC_{\text{environ}}$ ) sebesar \$1.321 biaya kerusakan komponen atau *cost of equipment repair and replacement* ( $FC_{\text{cmd}}$ ) sebesar \$10.237. biaya kerugian produksi atau *business impact cost* ( $FC_{\text{prod}}$ ) sebesar \$163.000 Total biaya kerugian finansial seluruhnya adalah \$174.558

**Tabel 9. Total Kerugian Finansial**

| Kategori | Kerugian Finansial |
|----------|--------------------|
| Small    | \$174.558          |
| Medium   | \$276,233          |
| Large    | \$286,347          |
| Repture  | \$754,431          |



**Gambar 10. Matriks Resiko Storage Tank T03-300 KL**

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

1. Dari hasil pengukuran di ULPLTD Poka menggunakan alat *Ultrasonic Thickness Gauge* Gm 100 ketebalan pelat tahun 2024 di dapat hasil bahwa pada course 1 (6,8 mm), course 2 (6,9 mm), course 3 (7,0 mm), course 4 (7,1 mm), course 5 (5,5 mm), dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sesuai dengan batas ketebalan yang diijinkan semua masih layak untuk dioperasikan karena tidak melewati batas ketebalan yang diijinkan.
2. Dari hasil perhitungan umur tangki diatas didapatkan hasil bahwa pada course 1 (34) tahun, course 2 (32) tahun, course 3 (34) tahun, course 4 (35) tahun, course 5 (25) tahun, hal ini menunjukkan bahwa tangki T03-300KL di ULPLTD Poka masih layak beroperasi selama 25 tahun kedepan.

### **Saran**

1. Dari hasil pengukuran ketebalan di atas pada course 5, mengalami penurunan min thickness inspeksi, yang mana harus segera di lakukan penanganan atau perawatan pada bagian tersebut agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.
2. Pada perhitungan umur tangki didapat hasil yang terendah pada course 5 (25) tahun walaupun masih agak jauh tetapi harus lebih diberi perawatan dan perhatian pada bagian tersebut agar tangki dapat beroperasi dengan baik dalam jangka waktu yang lebih lama lagi.

### **Referensi**

- American Petroleum Institute 581, 2016. Risk-based Inspection, Api 581.
- Alida, R., & Anjastara, A. P. (2020). P Penentuan Waktu Pemakaian Storage Tank Melalui Analisa Data Hasil Pengukuran Ultrasonic Thickness Pada Tangki Tep-028 Di Stasiun Pengumpul Jemenang Pt Pertamina Ep Asset 2 Field Limau. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(02), 26-32.
- Djajadiningrat, A. (2002). Perkembangan Iptek Dalam Pengelolaan Lingkungan; Strategi Dalam Rangka Transfer Teknologi Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3).
- Fathmin, N., Alhilman, J., & Atmaji, F. T. D. (2018). Kategori Risiko, Estimasi Umur Sisa, dan Usulan Jadwal Inspeksi pada Storage Tank Menggunakan Metode Risk-Based Inspection pada PT. XYZ. *Journal Industrial Servicess*, 4(1).
- Hardiyono, H., Pongky, P., Purwanti, S., Rusba, K., Siboro, I., & Putri, H. E. (2023). INSPEKSI STORAGE TANK DI PT. ABC PADA PROYEK PT. XYZ MENGGUNAKAN METODE RISK BASED INSPECTION. *Media Bina Ilmiah*, 17(9), 2311-2318.
- Kholis, I. (2020). Analisa Corrosion Rate dan Remaining Life Pada Storage Tank T-XYZ Berdasarkan API 653 di Kilang PPSDM Migas. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 2(2), 21-30.
- Kamila, C., Nugroho, A., & Amrullah, H. N. (2023, October). Analisis Risiko dan Implementasi Metode Risk Based Inspection (RBI) Standar API RP 581 dalam Perencanaan Jadwal Perawatan Tangki TK-5203. In *Conference on Safety Engineering and Its Application* (Vol. 7, No. 1, pp. 453-459).

- Lillah, D. A. W., & Priyanta, D. (2017). Analisis Remaining Life dan Penjadwalan Program Inspeksi pada Pressure Vessel dengan Menggunakan Metode Risk Based Inspection (RBI). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Maulana, R. I., & Suharyadi, H. (2022, December). OPTIMALISASI REMAINING LIFE STORAGE TANK TK 1401F D DENGAN METODE PENGUKURAN THICKNESS DI PT PETROKIMIA GRESIK. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral* (Vol. 2, No. 1, pp. 410-416).
- Muqorobin, M., Utomo, P. B., Nafi'Uddin, M., & Kusrini, K. (2019). Implementasi Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ayam Berbasis Android. *Creative Information Technology Journal*, 5(3), 185-195.
- Mochamad Febrian Adhi Patria, S. T. (2023). Analisis Strategi Inspeksi Berdasarkan Risiko (RBI) pada Atmospheric Storage Tank PT. XYZ: ANALYSIS RISK BASED INSPECTION (RBI) STRATEGY ON ATMOSPHERIC STORAGE TANK PT. XYZ. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 5(2), 73-82