

**ANALISIS LAJU KOROSI ROOFTOP TANGKI 100 KL YANG
TERPAPAR LANGSUNG DENGAN AIR LAUT DI PLTD NAMLEA
KABUPATEN BURU**

Wendy Juita Papilaya.¹⁾, Erwin B, Pattikayhattu.^{2)*}, Deny Ismail Pellu,³⁾, Hendrik S Latumaerissa⁴⁾

^{1,4)} Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas Politeknik Negeri Ambon,

^{2,3)} Prodi Teknik Produksi Migas Politeknik Negeri Ambon,

wendypapilaya496@gmail.com aer.pattykaihatu@gmail.com denypellu21@gmail.com

Abstract

Indonesia, as a tropical country surrounded by water, faces serious corrosion problems due to high rainfall and the presence of seawater containing corrosive salts. Metal materials, especially in storage tanks in the oil and gas industry, are very susceptible to this damage, so they require special attention to maintain their integrity.

To evaluate the condition of the tank, an inspection was carried out using the Non-Destructive Testing (NDT) method with an Ultrasonic Thickness Gauge according to API 653 and 575 standards. In the August 2024 measurement, the 100 kl tank showed good condition with varying thicknesses. However, the rooftop section, despite having the highest thickness, recorded a higher annual corrosion rate than other sections.

Analysis shows that while the thickness of the material can extend the service life of the tank, the high corrosion rate has the potential to accelerate the failure. The Rooftop is estimated to have a remaining service life of 6.9 years, lower than the rest of the course. This confirms that corrosion management and monitoring are essential to maintain the integrity of the tank and prevent more serious failures.

Keywords : Tank, Rooftop, Corrosion, Non-destructive testing

Abstrak

Indonesia, sebagai negara tropis yang dikelilingi perairan, menghadapi masalah korosi yang serius akibat tingginya curah hujan dan keberadaan air laut yang mengandung garam korosif. Material logam, terutama pada tangki penyimpanan di industri minyak dan gas sangat rentan terhadap kerusakan ini, sehingga memerlukan perhatian khusus untuk menjaga integritasnya.

Untuk mengevaluasi kondisi tangki, dilakukan inspeksi menggunakan metode Non-Destructive Testing (NDT) dengan Ultrasonic Thickness Gauge sesuai standar API 653 dan 575. Pada pengukuran Agustus 2024, tangki 100 kl menunjukkan keadaan baik dengan ketebalan bervariasi. Namun, bagian rooftop, meskipun memiliki ketebalan tertinggi, mencatat laju korosi tahunan yang lebih tinggi dibandingkan bagian lainnya.

Analisis menunjukkan bahwa meskipun ketebalan material dapat memperpanjang umur pakai tangki, laju korosi yang tinggi berpotensi mempercepat kerusakan. Rooftop diperkirakan memiliki sisa umur pakai 6,9 tahun, lebih rendah dibandingkan bagian course lainnya. Hal ini menegaskan bahwa pengelolaan dan pemantauan korosi sangat penting untuk menjaga integritas tangki dan mencegah kerusakan yang lebih serius.

Kata Kunci : Tangki, Rooftop, Korosi, Non-destructive testing

Pendahuluan

Indonesia, sebagai negara tropis yang sebagian besar terdiri dari perairan, menghadapi masalah korosi yang signifikan, terutama pada tangki penyimpanan yang digunakan dalam industri minyak dan gas. Tingginya curah hujan dan paparan air laut yang mengandung garam korosif mempercepat proses korosi pada bagian rooftop tangki (Dwi Anggi Wibowo, 2021). Kerusakan akibat korosi tidak hanya berpotensi menimbulkan kerugian material, tetapi juga dampak lingkungan dan biaya pemeliharaan yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan langkah-langkah pencegahan seperti penggunaan pelapisan perlindungan, pemilihan material tahan korosi, serta pemeliharaan rutin.

Kondisi rooftop tangki 100 KL di PLTD Namlea, Kabupaten Buru, menunjukkan permasalahan krusial terkait laju korosi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju korosi tersebut dengan menggunakan metode Non-Destructive Testing (NDT), khususnya alat yang digunakan Ultrasonic

Thickness Gauge, untuk mengukur ketebalan korosi pada rooftop tangki. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai sisa umur pakai tangki dan pentingnya tindakan pencegahan agar risiko kerusakan dapat diminimalkan.

Tinjauan Pustaka

A. Tangki

Berdasarkan pada letaknya tangki dibagi menjadi beberapa tipe.

- a. *Aboveground Tank* (Tangki Di Atas Tanah)
Tangki penyimpanan di atas tanah. Tangki ini sering digunakan untuk menyimpan minyak bumi dan cairan kimia.
- b. *Underground Tank* (Tangki Bawah Tanah)
Tangki yang terletak dibawah permukaan tanah, biasanya digunakan untuk menyimpan bahan bakar minyak (BBM) di stasiun layanan umum (SPBU).

Berdasarkan bentuk atapnya, tangki akan dibagi menjadi beberapa tipe.

1. *Fixed Roof Tank*
Tangki adalah sebuah silinder yang atapnya menempel langsung pada dinding. Bentuk atapnya bisa berbentuk kerucut atau bulat.
 - a. *Cone Roof*
Tangki penyimpanan jenis ini biasanya berfungsi untuk menyimpan cairan yang tidak jauh berbeda. Tangki dengan atap berbentuk kerucut siap menyesuaikan tekanan di dalam tangki agar mendekati tekanan atmosfer. Ada dua jenis *cone roof tank* berdasarkan jenis penyangganya yaitu *supported cone roof tank* dan *self-supporting cone roof tank*.
 - b. *Dome Roof*
Atap yang berbentuk seperti bulatan ini biasanya digunakan untuk menutup tangki penyimpanan cairan kimia yang mudah menguap pada tekanan rendah.
2. *Floating Roof Tank*
Tangki dengan atap terapung yang memungkinkan atap tangki naik dan turun berdasarkan perubahan ketinggian cairan tangki.

B. Storage Tank (Tangki Penyimpanan)

Storage tank atau yang lebih sering dikenal dengan tangki penyimpanan merupakan peralatan penting dalam industri teknik yang digunakan di berbagai skala, mulai dari perusahaan kecil hingga besar alat ini banyak ditemukan pada industri kimia, termasuk dalam sektor minyak dan gas, petrokimia, polimer, dan lain-lain. Selain fungsinya sebagai tempat penyimpanan, tangki juga berperan dalam menjaga ketersediaan produk dan bahan baku secara lancar serta melindungi produk atau bahan baku dari kontaminasi yang bisa menurunkan kualitasnya. Penggunaan tangki penyimpanan yang bersamaan meningkatkan kerusakan akibat korosi yang tidak terkendali dapat melemahkan atau merusak bagian sistem tangki. Lubang atau kegagalan struktural dapat terjadi pada tangki yang mengakibatkan produk yang disimpan terlepas ke lingkungan. (Roni Alinda1, 2020)

C. Rooftop

Berdasarkan bentuk atapnya, tangki dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan bentuk atapnya.

- a. Tangki atap tetap (*Fixed Roof Tank*)
Fixed roof tank atau tangki atap tetap, adalah jenis tangki yang memiliki atap yang tidak bergerak atau tetap pada posisinya.
- b. Atap berbentuk kerucut (*Cone Roof*)

Tangki atap kerucut digunakan untuk menyimpan fluida yang tidak sangat vloatil oleh karena itu dilengkapi ventilasi untuk mengatur tekanan agar mendeteksi atmosfer (Ridho Dwimansyah, 2020).

Tergantung pada jenis penyangga atap, ada dua jenis wadah atap berbentuk kerucut :

1. Tangki ini memiliki atap kerucut yang ditopang oleh kolom atau balok penyangga.
 2. Tangki atap kerucut swadaya memiliki atap berbentuk kerucut yang ditopang oleh dinding tangki di bagian kelilingnya.
- c. Atap Kubah
- Atapnya berbentuk seperti permukaan melingkar dan hanya ditopang pada bagian keliling kubah yang biasanya digunakan untuk menyimpan cairan kimia yang mudah menguap pada tekanan rendah.

D. Korosi

Korosi adalah suatu peristiwa yang dimana kemerosotan suatu logam akibat reaksi dengan lingkungan. Proses korosi akan lambat namun pasti menurunkan kegunaan material tersebut. Korosi terjadi ketika logam bereaksi dengan udara dan air, dan proses ini akan berlangsung cepat jika ada garam yang larut bereaksi dengan udara dan air pada logam tersebut (Rohman,2016). Adapun jenis-jenis korosi yaitu: Korosi seragam, Korosi sumur, korosi erosi, korosi glavanis, korosi mikrobiologi, korosi celah.

E. Standar Acuan Tangki

Acuan dalam pembuatan atau desain tangki timbun, yaitu menurut standar American Petroleum Institute (API) sebagai berikut:

1. API 620 adalah standar untuk desain dan konstruksi tangki penyimpanan baja yang dilas, digunakan di atas tanah untuk operasi bertekanan rendah.
2. API 650 adalah standar untuk material, desain, fabrikasi, pembangunan, inspeksi, dan pengujian tangki silindris vertikal.
3. API 653 adalah standard untuk perbaikan, perubahan dan rekonstruksi tangki timbun.
4. API 575 adalah standard untuk inspeksi tangki timbun yang bertekanan rendah.

F. NDT (*Non-Destruction Testing*)

Uji tanpa merusak (NDT) bertujuan mengidentifikasi dan mendeteksi kerusakan, seperti retakan dan kekeroposan, di permukaan atau dalam objek. Dengan deteksi ini, langkah perbaikan dapat dilakukan untuk menghasilkan produk yang bebas cacat. NDT juga mencegah perkembangan cacat yang dapat menyebabkan kerusakan serius atau bahaya bagi pekerja (Aulia Fajrin, 2022).

G. *Ultrasonic Thickness Gauge*

Ultrasonic thickness gauge adalah alat pengujian non-destruktif (NDT) yang digunakan untuk mengukur ketebalan material. Alat ini memanfaatkan gelombang suara yang dipantulkan oleh probe dan mengubahnya menjadi data angka, yang menunjukkan ketebalan material. Kecepatan gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada jenis material, sehingga menghasilkan nilai yang berbeda

H. Perhitungan dan Evaluasi Tangki

1. Ketebalan Minimum

Ketebalan Ketebalan minimum adalah ketebalan yang sudah di tentukan berdasarkan awal mula perancangan tangki berdasarkan spek tanki yang akan di buat. Saat menentukan ketebalan minimum yang dapat diterima untuk seluruh *course shell* berdasarkan API 653 point 4.3.3.1 ketebalan minimum pelat tangki tidak boleh kurang dari 0,1 inci atau. 2,54 mm. perhitungan ketebalan minimum dapat terlihat pada Persamaan 2.1

$$t \text{ (min)} = \frac{2,6 \times (H - 1) \times D \times G}{(E \times S)}$$

Dimana :

- Tmin : Ketebalan Minimum yang di izinkan (Inchi atau mm). untuk perhitungan Tmin masing-masing course/tingkatan tidak boleh kurang dari 0,1 inchi (2,54 mm).
- 2.6 : Nilai Konstant Faktor Desain
- H : Tinggi fluida dari titik terendah pada posisi manapun yang ingin ditinjau sampai pada level pengisian fluida maksimum
- D : Diameter Tangki (ft)
- S : Tegangan Maksimum yang di izinkan (lbf/in²)
- E : *Joint Efficiency*

2. Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi merupakan total *metal loss* dibagi dengan periode waktu terjadinya kehilangan logam. Berdasarkan API 575 Poin 7.2 laju korosi dapat dirumuskan seperti persamaan di bawah ini.

$$Cr = \frac{t_{\text{prev}} - t_{\text{aktual}}}{\text{Interval Inspection}}$$

Dimana :

- Cr : Laju Korosi
- Tprev : Tebal awal pemasangan
- Taktual : Ketebalan saat inspeksi
- Interval Inspection : Jarak antara inspeksi sebelumnya dan inspeksi sekarang

3. Perhitungan Remaining Life

Remaining life adalah metode untuk memprediksi sisa umur peralatan, seperti tangki, yang membantu insinyur merencanakan pemeliharaan dan penggantian. Berdasarkan API 575 point 7.2. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Rl = \frac{t_{\text{aktual}} - t_{\text{min}}}{Cr}$$

Dimana :

- Rl : Sisa Umur Pakai
- Taktual : Tebal saat pengukuran
- Tmin : Tebal Minimu yang dipersyaratkan
- Cr : Laju Korosi

I. Salinitas

Salinitas adalah faktor penting yang mempengaruhi korosi terutama di daerah pesisir. Air laut dengan salinitas sekitar 3-4% mengandung elektrolit seperti garam klorida yang mempercepat proses korosi. Konsentrasi ion terlarut yang tinggi meningkatkan aliran elektron, mempercepat laju korosi selain itu suhu laut 28°C meskipun relatif rendah tetapi beresiko mempercepat korosi terutama di lingkungan dengan kelembapat tinggi dan paparan air laut terus-menerus. Oleh karena itu, analisis salinitas, suhu, dan pH sangat penting untuk merancang strategi yang efektif di PLTD Namlea. Adapun faktor-faktor salinitas yaitu: salinitas, efek pH, suhu, kecepatan.

Metodologi

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dimana akan dilakukan pengukuran ketebalan tangki, laju korosi dan sisa umur pakai tangki dengan menggunakan alat *ultrasonic thickness gauge*.

A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data yakni :

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian yaitu mengambil data atau melakukan observasi secara langsung pada objek penelitian untuk memperoleh data yang akurat.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui lembaga-lembaga yang berkaitan dalam penelitian, baik dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif.

B. Metode Pengumpulan Data

Adapun beberapa metode pengumpulan data yang dapat digunakan dalam penulisan ini diantaranya sebagai berikut :

1. Observasi adalah metode pengumpulan data dengan mengunjungi langsung lokasi objek penelitian untuk memperoleh data atau sampel.

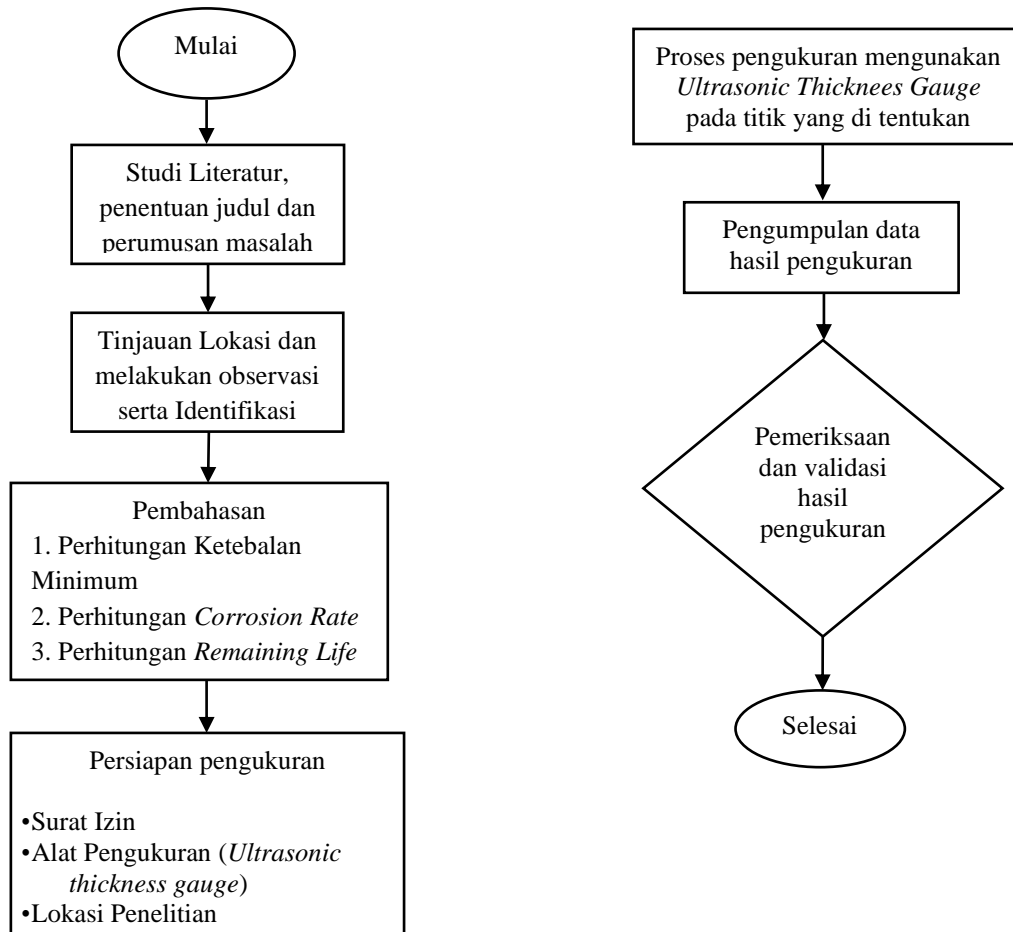
2. Dokumentasi adalah metode pengumpulan data yang tidak langsung, menggunakan dokumen seperti surat purusan, surat intruksi, dan gambar.

3. Wawancara adalah metode pengumpulan informasi melalui percakapan langsung, baik terstruktur maupun semi-terstruktur, dengan individu atau kelompok.

4. Studi literatur adalah metode pengumpulan data dengan mengkaji dan menganalisis sumber tertulis, seperti artikel jurnal, buku, dan laporan penelitian.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi umur pakai tangki penyimpanan 100 kl di PLTD Namlea Kabupaten Buru. Melalui pengukuran ketebalan pelat dengan alat *Ultrasonic Thickness Gauge*, data yang diperoleh akan digunakan untuk menganalisis laju korosi dan sisa umur tangki. Metode yang digunakan *Non-Destructive Testing* (NDT) mengacu pada standar API 653 dan 575. Fokus penelitian ini adalah mengkaji degradasi material akibat korosi dan mempertimbangkan faktor lingkungan serta operasional yang memengaruhi integritas tangki, yang penting untuk strategi pemeliharaan dan manajemen risiko di lokasi tersebut.



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. *Weekly Tank*

Sistem penampung bahan bakar pada PLTD Namlea Kabupaten Buru sangat penting untuk menjaga kelancaran operasi pembangkit listrik. Salah satunya *weekly tank* berfungsi untuk penampung sementara bahan bakar solar sebelum didistribusikan ke tangki utama. *Weekly tank* pada PLTD Namlea Kabupaten Buru memiliki kapasitas 100 KL dan memiliki tipe *vertical welded*.

Tabel 1. Data Spesifikasi Weekly Storage Tank

Lokasi	: PLTD Namlea Kabupaten Buru
Tipe Tangki	: <i>Vertical, Welded Tank</i>
Tanggal Inspeksi	: 07 Agustus 2024
Diameter Tangki	: 5,79 mm
Tinggi Tangki	: 4,57 mm
Tinggi Cairan	: 3,57 mm
Berat Jenis	: 0,81
Material	: <i>Carbon Steel SS400</i>
Tinggi fluida per <i>course</i>	: <i>Course 1</i> (3570 mm)
	: <i>Course 2</i> (2050 mm)
	: <i>Course 3</i> (530 mm)
Tebal Pelat	: <i>Course 1</i> (12 mm)
	: <i>Course 2</i> (12 mm)
	: <i>Course 3</i> (12 mm)
Tahun Pembutan	2012

Tabel 2. Data dimensi tangki

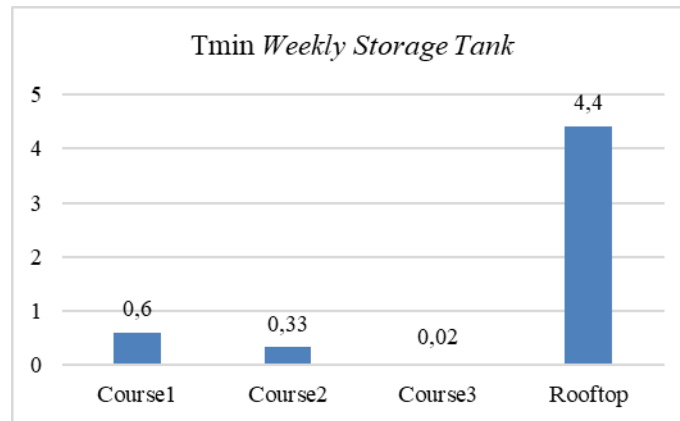
Data	Satuan (ft)
Diameter Tangki	29,5
Tinggi fluida saat pengukuran	24,60
Tipe Pengelasan	0,70
Tinggi fluida	
H1	24,60
H2	18,89
H3	13,18
H4	7,48
H5	1,77

1. Perhitungan T minimum Pelat

Hasil analisis T Minimum mengindikasikan adanya variasi ketebalan di ketiga course dan rooftop. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketebalan dinding tangki bervariasi di setiap titik inspeksi. Di bawah ini terdapat tabel dan grafik hasil perhitungan T minimum.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Ketebalan Minimum Weekly Storage Tank

Ketebalan Minimum Weekly Storage Tank		
<i>Course 1</i>	0,024 inch	0,60 mm
<i>Course 2</i>	0,013 inch	0,33 mm
<i>Course 3</i>	0,0016 inch	0,02 mm
<i>Rooftop</i>	0,17 inch	4,4 mm



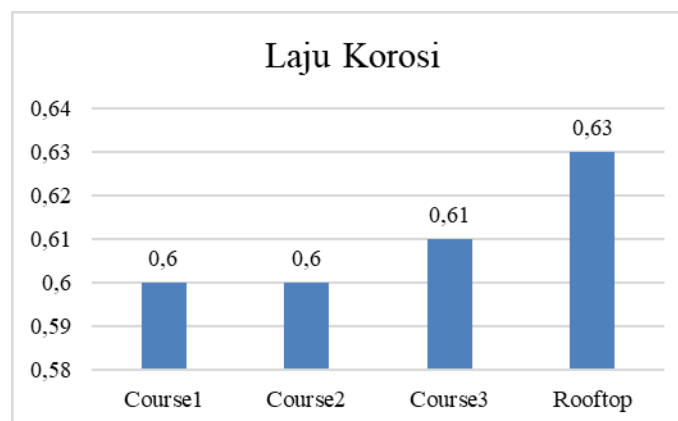
Gambar 1. Grafik Tmin Weekly Storage Tank

2. Perhitungan laju korosi Daily Storage Tank

Hasil analisis laju korosi mengidentifikasi bahwa bagian *rooftop* memiliki penambahan besaran korosi pertahunnya sebesar 0,63 mm, yang menunjukkan adanya resiko yang lebih tinggi terhadap kerusakan akibat korosi. Dibandingkan laju korosi pada *course* 1 sampai 3 maka berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin besar laju korosi maka akan semakin cepat material logam akan mengalami kerusakan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Laju Korosi (Cr)

Laju korosi (Cr) Berdasarkan Course	
Course 1	0,6 mm/year
Course 2	0,60 mm/year
Course 3	0,61 mm/year
Rooftop	0,63 mm/year



Gambar 2. Grafik Analisis Laju Korosi

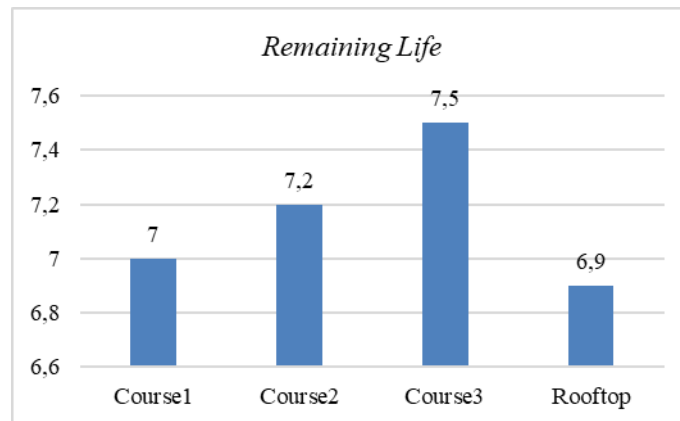
3. Perhitungan Remaining Life Daily Storage Tank

Dari hasil sisa umur paki tangki juga dipengaruhi oleh laju korosi dan ketebalan yang ada. Sisa umur pakai pada *course* 1 sampai 3 dan *rooftop*, menunjukkan bahwa ketebalan yang lebih besar pada *rooftop*

memberikan umur pakai yang lebih lama meskipun laju korosi di area tersebut juga signifikan

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Remaining Life Weekly Storage Tank*

Bagian	<i>Remaining Life</i>
Course 1	7 tahun
Course 2	7,2 tahun
Course 3	7,5 tahun
<i>Rooftop</i>	6,9 tahun



Gambar 3. Grafik *Remaining Life Weekly Storage Tank*

Penutup

Berdasarkan penelitian yang di lakukan pada *Weekly Storage Tank* PLTD Namlea Kabupaten Buru adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa kondisi tangki masih dalam keadaan baik. Ketebalan material pada *course* 1 hingga 3 berada di atas batas minimum yang ditentukan, dengan ketebalan yang terukur pada *course* 1 mencapai 0,60 mm. Hal ini menandakan bahwa semua *course* masih berada dalam batas aman.
2. Dari hasil perhitungan dan melalui analisis menggunakan standar API 575 bahwa laju korosi yang teridentifikasi juga menunjukkan kondisi yang stabil. Pada *rooftop* laju korosi tertinggi tercatat sebesar 0,63 mm/tahun, yang menunjukkan bahwa meskipun terpapar air laut, laju korosi tidak berada pada tingkat kritis.
3. Hasil analisi sisa umur pakai pada bagian *course* 3 yang mencapai 7,5 tahun (Tujuh tahun lima bulan), menandakan bahwa bagian tersebut masih dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Maka Inspeksi teknis tersebut harus dilakukan setiap 4 tahun dari *remaining life*-nya. Sehingga berdasarkan peraturan tersebut, tangki solar 100 KL perlu dilakukan inspeksi selanjutnya pada tahun 2028.

Referensi

- Anggia Arista, R. P.** (2018). *Identifikasi Faktor Penyebab Keretakan Pada Platfrom Module (H-Beam) Menggunakan Metode NDT (Non Destructive Test) Di PT Multi Gunung Mas Batam. Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 40.
- Asman Ala, Y. M.** (2018). *Pengaruh Salinitas Dan Derajat Keasaman (pH) Air Laut Di Pelabuhan Jakarta Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapa. METEOR STIP Marunda*, 33-40.
- Aulia Fajrin, M. N.** (2022). *Identifikasi Tebal Plat Lambung Kapal Tanker Tyche IMO 8794891 Dengan Ultrasonic Thickness Gauge. Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*, 69-73.
- Bherrox, A. S.** (2014). *Jenis-Jenis Storage Tank. 1-6.*
- Dwi Anggi Wibowo, A. G.** (2014). *Pengaruh Kadar Salinitas Air Terhadap Laju Korosi Baja ST 60. JTAM ROTARY*, 145-158.
- Muhammad Sulton Ali, H. P.** (2019). *Pengaruh Variasi Sudut Blasting dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. JURNAL TEKNIK ITS*, 64-70.
- Pratama, O. R.** (2019). *Perancangan Tangki Biodiesel Internal Floating Roof Pada Kapal Floating Storage & Offloading. 13-137.*
- Ridho Dwimansyah, T. B.** (2020). *Seleksi Desain Roof Tank CSTR Untuk Plant Biogas Pome Setara 700KW. Jurnal Energi dan Lingkungan*, 38-42.
- Rohmah, K.** (2016). *Kasus Korosi pada Tangki Penyimpan Air (Water Storage Tank). Jurnal Energi dan Manufaktur*, 1-81.
- Roni Alida, A. P.** (2020). *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 Eksplorasi Produksi Migas*, 26-33
- Sembiring, J. I.** (2020). *Studi Perilaku Tangki Timbun Avtur Terhadap Beban Internal. (Studi Khusus Pada Proyek Pembangunan Tangki Timbul Avtur Kapasitas 17.000 KL Di DPPU Soekarno-Hatta)*, 24-29.
- Setiawan, M. E.** (2019). *Pengaruh Salinitas Dan pH Air Laut Terhadap Laju Korosi Di Berbagai Tempat Pada Material SS AISI 304 Dan 46. Skripsi, Doctural dissertation, Universitas Brawijaya*, 1-46.
- Utomo, B.** (2009). *Jenis Korosi Dan Penanggulangannya. Kapal*, 138-141.