

Penilaian Perpanjangan Sisa Umur Layan (*Residual Life Assessment*) Storage Tank Berdasarkan Pengurangan Ketebalan (PT Studi Kasus: Pertamina EP OGT Field)

Endang Sadillah^{1,2*}, Marsellinus Bachtiar Wahyu¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

²PT Intesco Global Internusa Jalan Pejaten Raya No. 9A, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12510

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received June 20, 2025 Accepted July 22, 2025 <i>Keywords:</i> Storage tank, RLA, Thickness.	<i>According to the Decree of the Director of Oil and Gas Engineering and Environment as Head of Oil and Gas Inspection Number 183.K/HK.02/DMT/2024, Equipment that has reached the end of its design life or equipment that is 20 years old from the year of manufacture if the design service life is unknown, shall be assessed for residual life. This article discusses the residual life assessment method for Storage tanks based on thickness reduction (metal loss). In this article it is explained how to assess the residual life of the storage tank with the metal loss method, the guidelines for doing calculations are API Std. 650, API Std. 653 and API 579-1, while the data used in the calculation refers to the actual thickness, previous report, manufacture data report and visual documentation. The calculations for this assessment rely on actual thickness documents, previous reports, design data, and operational data. The results indicate that all actual thicknesses remain above the allowable minimum thickness, and the residual life assessment confirms the storage tank is fit for operation for an additional 9.8 years.</i>

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i> Diserahkan: 20 Juni, 2025 Diterima: 22 Juli, 2025 Kata Kunci: Tangki Penimbun, RLA, Ketebalan	Mengacu pada Keputusan Direktur Teknik dan Lingkungan Minyak dan Gas Bumi Selaku Kepala Inspeksi Minyak dan Gas Bumi Nomor 183.K/HK.02/DMT/2024. Peralatan yang habis umur layan desainnya atau peralatan yang sudah berumur 20 tahun sejak tahun pembuatan jika tidak diketahui umur layan desainnya, wajib dilakukan penilaian sisa umur layan. Artikel ini membahas mengenai metode penilaian perpanjangan sisa umur layan untuk Storage tank berdasarkan pengurangan ketebalan (<i>metal loss</i>). Pada artikel ini dijelaskan tentang cara penilaian perpanjangan sisa umur layan pada storage tank dengan metode metal loss. Panduan dalam melakukan perhitungan adalah API Std. 650, API Std. 653 dan API 579-1. Adapun data yang digunakan dalam perhitungan mengacu pada dokumen <i>thickness actual</i> , <i>previous report</i> , manufacture data report dan dokumentasi visual. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semua <i>thickness actual</i> masih berada diatas batas ketebalan minimum yang diizinkan. Hasil penilaian perpanjangan sisa umur layan pada storage tank menunjukkan bahwa storage tank masih layak beroperasi selama 9.8 tahun kedepan.

*Corresponding author. Endang Sadillah
Email address: endangsadillah@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Mengacu pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2021 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi, *Storage Tank* (Tangki Penimbun) adalah jenis peralatan yang wajib dilakukan pemeriksaan keselamatan. Ketika akan melakukan pemeriksaan keselamatan, hasil penilaian perpanjangan sisa umur layan adalah salah satu dokumen yang harus dilampirkan. Selain itu, mengacu pada Keputusan Direktur Teknik Dan Lingkungan Minyak Dan Gas Bumi Selaku Kepala Inspeksi Minyak Dan Gas Bumi Nomor 183.K/HK.02/DMT/2024, peralatan yang wajib dilakukan penilaian perpanjangan sisa umur layan adalah peralatan yang habis umur layan desainnya atau peralatan yang sudah berumur 20 tahun sejak tahun pembuatan jika tidak diketahui umur layan desainnya. Salah satu *storage tank* milik Pertamina EP OGT Field dibangun pada tahun 1997, *storage tank* ini tidak diketahui umur layan desain dan telah berumur lebih dari 20 tahun sehingga perlu dilakukan analisis perpanjangan sisa umur layannya. Selain pemenuhan terhadap regulasi pemerintah yang berlaku, analisis perpanjangan sisa umur layan juga bertujuan memastikan integritas *storage tank* dan menilai berapa lama lagi *storage tank* masih bisa digunakan.

2. METODE PELAKSANAAN

Storage tank atau tangki penimbun adalah peralatan statis yang digunakan di sektor minyak dan gas bumi. Seiring berjalannya waktu, *storage tank* akan mengalami pengurangan ketebalan diakibatkan korosi, baik internal karena fluida di dalamnya maupun eksternal karena lingkungan. Data statistik pengurangan ketebalan ini bisa digunakan untuk menghitung laju korosi dan penilaian perpanjangan sisa umur layan pada *storage tank*.

Menghitung perpanjangan sisa umur layan dari *storage tank* berdasarkan pengurangan ketebalan memerlukan beberapa dokumen yaitu, dokumen *actual thickness*, *previous thickness*, *nominal thickness*, *previous inspection*, *Manufacturer data Report (MDR)* dan dokumentasi visual. Beberapa data yang dibutuhkan dalam perhitungan kadang tidak ditemukan dalam bentuk dokumen, data tersebut perlu diambil ke lapangan dengan melakukan verifikasi langsung.

Sesuai Peraturan Menteri ESDM Nomor 32 Tahun 2021, penilaian perpanjangan sisa umur layan dapat dilakukan oleh; lembaga *engineering*. Pada artikel ini, penilaian dilakukan oleh PT Intesco Global Internusa yaitu lembaga/perusahaan *Engineering* tempat penulis bekerja. *Storage tank* yang akan dihitung sisa umur layannya adalah *storage tank* yang terpasang pada instalasi pengolahan minyak dan gas bumi milik PT Pertamina EP OGT Field yang terletak di Provinsi Jawa Barat.

Menurut API 579-1 poin 4.5.1.1, perpanjangan sisa umur layan suatu peralatan dapat ditentukan berdasarkan perhitungan ketebalan minimum yang diizinkan untuk kondisi servis yang diinginkan, pengukuran ketebalan dari inspeksi dan perkiraan laju korosi yang diantisipasi.

Mengacu pada API Std. 653, *thickness* minimum adalah ketebalan minimum yang diizinkan atau dapat diterima pada masing-masing *course*, *roof* maupun *bottom*. *Thickness* actual harus lebih besar dari *thickness* minimum untuk menjaga keamanan dan keselamatan dalam penggunaan *storage tank*. Berdasarkan API Std. 653 poin 4.3.3.1 *thickness* minimum dapat dihitung dengan persamaan :

$$t_{min} = \frac{2.6 (H - 1) DG}{SE} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- t_{min} = Ketebalan minimum yang dapat diterima, dalam inch untuk setiap *course* yang dihitung dengan menggunakan rumus di atas; Namun, t_{min} tidak boleh kurang dari 0.1-inch untuk setiap *course* tangki. Dan 0.09 inch untuk *roof* tangki
- D = Diameter nominal tangki, dalam feet.
- H = Tinggi dari dasar *shell course* dengan mempertimbangkan *maximum liquid level* pada saat menghitung *shell course*, dalam ft; atau
 = Tinggi dari dasar L dari titik terendah dari dasar L *locally thinned area* ke *maximum liquid level*, dalam ft; atau
 = Tinggi dari titik terendah di dalam lokasi yang ditinjau sampai dengan *maximum liquid level*, dalam ft
- G = *Specific gravity* tertinggi dari kandungan isi produk yang disimpan
- S = Tegangan ijin maksimum dalam lbf/in^2 , yang digunakan lebih kecil dari 0.80Y atau 0.429T untuk bagian *bottom* dan *second course*;
- E = Joint efficiency pada tangki, dengan menggunakan Tabel 4-2 API 653 jika E tidak diketahui.

Menurut API Std. 653, laju korosi adalah adalah total kehilangan ketebalan logam dibagi dengan periode waktu kehilangan ketebalan logam terjadi. Metode perhitungan laju korosi dibagi menjadi dua, long term dan short term. Metode long term membandingkan *thickness* initial (awal tangki dibangun) dengan *thickness* actual sedangkan metode short term membandingkan *thickness* previous (inspeksi sebelumnya) dengan *thickness* actual. Secara matematis berikut persamaan untuk menghitung laju korosi.

Long Term

Corrosion Rate (LT)

$$= \frac{t_{\text{initial}} - t_{\text{actual}}}{\text{time between } t_{\text{initial}} \text{ and } t_{\text{actual}} \text{ (years)}} \dots\dots\dots (2)$$

Short Term

Corrosion Rate (ST)

$$= \frac{t_{\text{previous}} - t_{\text{actual}}}{\text{time between } t_{\text{previous}} \text{ and } t_{\text{actual}} \text{ (years)}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- t_{initial} = Ketebalan awal di titik yang sama pada saat penentuan t_{actual} atau sama dengan pengukuran ketebalan pertama pada area tertentu saat dimulainya laju korosi dari lingkungan, dalam mm.
- t_{actual} = Ketebalan aktual pada titik yang sama diukur selama inspeksi terakhir, dalam mm.
- t_{previous} = Ketebalan yang diambil pada saat inspeksi sebelumnya di titik yang sama, dalam mm.
- ST = Tingkat korosi yang dihitung dengan menggunakan hasil pengukuran ketebalan pada inspeksi sebelumnya (*Short Term*).
- LT = Tingkat korosi yang dihitung dengan menggunakan ketebalan awal / ketebalan fabrikasi (*Long Term*)

Perpanjangan sisa umur layan tangki bisa dihitung setelah *thickness* minimum, *thickness* actual dan laju korosi didapatkan. Perpanjangan sisa umur layan *storage tank* (dalam tahun) mengacu pada API 579 Point 4.5.1.1 dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Remaining Life} = \frac{t_{\text{actual}} - t_{\text{minimum}}}{\text{Corrosion Rate}} \dots\dots\dots (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pertama dalam melakukan analisis perpanjangan sisa umur layan adalah mereview semua dokumen terkait yang tersedia. Setelah melakukan review pada beberapa dokumen seperti *actual thickness*, *previous inspection*, *MDR* dan dokumentasi visual, didapat general data dari *storage tank* dan rekap *thickness* untuk tiap *course* dan *roof plate*.

Tabel 1.

Data Teknis *Storage Tank*

General Data	
Lokasi Digunakan	Jawa Barat
Service	Crude Oil
Manufacturer	Unknown
Year Built	1997
Year Previous Inspection	2021
Year last inspection	2025
Liquid Specific Gravity	0.87
Nominal Capacity	5424.579 Bbl
	30462.37 ft ³
Type	Vertical Cylinder Above Ground Tank
Tank Height	6.71 m
Tank Diameter	12.797 m
Design Liquid Level	6.50 m
Joint Efficiency (Shell)	0.85
Joint Efficiency (Roof)	0.85
Design Temperature	200 °F
Material:	
➤ Plate (Shell, Roof, Bottom and Bottom Annular)	Unknown (A 283 Gr. C)
Plate Properties	As per table 4-1 of API Std. 653
➤ Allowable Design Stress at the lower 2 courses	23600 Psi
➤ Allowable Design Stress at the upper courses	26000 Psi
➤ Allowable Hydrostatic Test Stress at the lower 2 courses	26000 Psi
➤ Allowable Hydrostatic Test Stress at the upper courses	27000 Psi
➤ Yield Strength	30000 Psi
➤ Tensile Strength	55000 Psi

Dari hasil review dokumen tidak ditemukan umur layan desain dari *storage tank* dan *storage tank* sudah berumur lebih dari 20 tahun, sehingga mengacu pada Kepdirtekling No. 183.K/HK.02/DMT/2024, *storage tank* perlu dilakukan analisis perpanjangan sisa umur layannya. Sesuai dengan metode pelaksanaan di atas, perhitungan perpanjangan sisa umur layan dimulai dengan menghitung *thickness* minimum. Dari data yang ada pada tabel 1, *thickness* minimum dan laju korosi untuk tiap *course* bisa dihitung dengan rumus (1), berikut kalkulasi dan rekap untuk *thickness* minimum pada tiap *course* dan roof.

- Kalkulasi *t* minimum untuk *course* 1

$$t_{\min} = \frac{2.6 (H - 1) DG}{SE}$$

$$t_{min} = \frac{2.6 \times (21.32 - 1) \times 42 \times 0.87}{23600 \times 0.85}$$

$$t_{min} = 0.0962 \text{ inch} = 2.443 \text{ mm}$$

$$t_{min} = 2.54 \text{ mm} \quad (t\text{-req shall not be less than } 0.1 \text{ inch}/2.54 \text{ mm (API 653 Sect. 4.3))$$

Tabel 2.Rekapitulasi *Thickness minimum Storage tank*

No.	Nama Pelat	t_{minimum} (mm)	t_{minimum} pakai (mm)
1	Course 1 Shell Plate	2.443	2.54
2	Course 2 Shell Plate	1.782	2.54
3	Course 3 Shell Plate	1.016	2.54
4	Course 4 Shell Plate	0.416	2.54
5	Roof Plate	-	2.29

Data lain dari hasil dari review dokumen adalah data *thickness previous* (inspeksi sebelumnya) dan *thickness* aktual. Berikut rekap data *thickness previous* dan actual

Tabel 3.Rekapitulasi *Thickness Storage tank*

No.	Nama Pelat	t_{nominal} (mm)	t_{Previous} (mm)	t_{actual} (mm)
1	Course 1 Shell Plate	N/A	4.67	4.17
2	Course 2 Shell Plate	N/A	4.57	4.64
3	Course 3 Shell Plate	N/A	4.71	4.61
4	Course 4 Shell Plate	N/A	4.41	4.54
5	Roof Plate	N/A	4.35	4.18

Pada *Storage tank* ini, data *thickness* nominal tidak tersedia. Selain itu, data *thickness previous* dan *actual* yang dipakai harusnya merupakan *thickness* pada titik yang sama, namun dikarenakan tidak adanya penandaan titik ketika pengambilan *previous thickness* pada tahun 2021, maka *thickness* yang digunakan adalah *thickness* minimum untuk tiap *Course* dan *roof plate* baik *thickness actual* maupun *thickness previous*. Berikut kalkulasi dan rekap untuk laju korosi *storage tank*.

- Kalkulasi laju korosi *Short Term* dan *Long Term* course 1

Long Term

$$\text{Corrosion Rate (LT)} = \frac{t_{\text{initial}} - t_{\text{actual}}}{\text{time between } t_{\text{initial}} \text{ and } t_{\text{actual}} \text{ (years)}}$$

$$\text{Corrosion Rate (LT)} = \frac{N/A - 4.17}{2024 - 1973}$$

$$\text{Corrosion Rate (LT)} = N/A$$

Short Term

$$\text{Corrosion Rate (ST)} = \frac{t_{\text{previous}} - t_{\text{actual}}}{\text{time between } t_{\text{previous}} \text{ and } t_{\text{actual}} \text{ (years)}}$$

$$\text{Corrosion Rate (ST)} = \frac{4.67 - 4.17}{2024 - 2021}$$

$$\text{Corrosion Rate (ST)} = 0.167 \text{ mm/tahun}$$

Nilai laju korosi yang dipakai adalah nilai yang terbesar diantara *long term* dan *short term*, namun pada perhitungan ini nilai laju korosi long term tidak bisa dihitung karena *thickness nominal* tidak diketahui, sehingga laju korosi yang digunakan adalah laju korosi short term. berikut rekap hasil kalkulasi laju korosi untuk setiap *course* dan *roof plate*.

Tabel 4.

Rekapitulasi thickness laju korosi

No.	Nama Pelat	Laju Korosi (mm/year)	
		Long term	Short term
1	Course 1 Shell Plate	N/A	0.167
2	Course 2 Shell Plate	N/A	0.076
3	Course 3 Shell Plate	N/A	0.033
4	Course 4 Shell Plate	N/A	0.076
5	Roof Plate	N/A	0.076

Perpanjangan sisa umur layan dihitung berdasarkan hasil *thickness actual*, perhitungan *thickness minimum* dan perhitungan laju korosi, berikut kalkulasi dan rekapitulasi perpanjangan sisa umur layan pada *storage tank*.

$$\text{Remaining life Course 1} = \frac{t_{\text{actual}} - t_{\text{minimum}}}{\text{corrosion rate}}$$

$$\text{Remaining life Course 1} = \frac{4.17 - 2.54}{0.167}$$

$$\text{Remaining life Course 1} = 9.8 \text{ tahun}$$

Berikut rekap hasil kalkulasi perpanjangan sisa umur layan untuk setiap *course* dan *roof palte*

Tabel 5.

Rekapitulasi Residual life untuk tiap *course* dan *roof*

No.	Nama Pelat	t _{actual} (mm)	t _{minimum} (mm)	Laju korosi (mm/tahun)	Residual life (tahun)
1	Course 1 Shell Plate	4.17	2.54	0.167	9.8
2	Course 2 Shell Plate	4.64	2.54	0.076	27.6
3	Course 3 Shell Plate	4.61	2.54	0.033	62.1
4	Course 4 Shell Plate	4.54	2.54	0.076	26.3
5	Roof Plate	4.18	2.29	0.076	33.4

Perpanjangan sisa umur layan yang dipakai adalah yang terkecil dari semua *course* yang ada, yaitu pada *course 1* dengan perpanjangan sisa umur layan selama 9.8 tahun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dokumen *thickness actual* dan perhitungan *thickness minimum* didapatkan hasil bahwa semua *thickness actual* masih berada diatas batas ketebalan minimum yang diizinkan. Hasil perhitungan perpanjangan sisa umur layan pada *storage tank* menunjukkan bahwa *storage tank* masih layak beroperasi selama 9.8 tahun kedepan.

Dalam penggunaan data *thickness* untuk perhitungan, data yang digunakan adalah data *thickness* terkecil untuk setiap *course* dan *roof plate* baik pada *thickness* actual maupun *thickness previous*, hal ini membuat kemungkinan perhitungan laju korosi bukan pada titik yang sama. Saran untuk analisis selanjutnya, penentuan atau kalkulasi laju korosi dilakukan pada titik-titik yang sama. pemasangan *Thickness Monitoring Location* (TML) dapat menjadi solusi. setiap titik-titik pengambilan *thickness* diberikan tanda TML dan penamaan (TML ID), sehingga untuk pengambilan *thickness* selanjutnya bisa dilakukan pada titik-titik yang sama dan penentuan atau kalkulasi laju korosi pun bisa dilakukan pada titik-titik yang sama pula.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Intesco Global Internusa atas kesempatan menempuh Program Profesi Insinyur di Universitas Katolik Atma Jaya di sela-sela tugas sebagai *engineer Staff*. terimakasih setinggi-tingginya juga penulis haturkan kepada dosen pembimbing, Ir. Marsellinus Bachtiar Wahyu., ST., MM., IPU., istri, orang tua, keluarga, rekan sejawat, serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan praktik keinsinyuran ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. American Petroleum Institute. (2020). API Standard 650: Welded Tanks for Oil Storage (13th ed.). Washington, DC: American Petroleum Institute..
2. American Petroleum Institute. (2020). API Standard 653: Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction (5th ed.). Washington, DC: American Petroleum Institute.
3. American Petroleum Institute. (2021). API Standard 579-1/ASME FFS-1: Fitness-For-Service (3rd ed.). Washington, DC: American Petroleum Institute.
4. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2021 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
5. Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. (2024). Keputusan Direktur Teknik dan Lingkungan Minyak dan Gas Bumi Selaku Kepala Inspeksi Minyak dan Gas Bumi Nomor 183.K/HK.02/DMT/2024 Tentang Mekanisme Perpanjangan Sisa Umur Layan (Residual Life Assessment) Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.