

PERHITUNGAN SISA UMUR *SHELL COURSE STORAGE TANK* 610 – TK – 104 BERDASARKAN *API STANDARD 653* DI PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL RU II DUMAI

Nazaruddin^{1,*} and Muhammad Azmi²

¹⁾ Teknik Mesin, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ABSTRACT – *This paper discusses about calculation of the remaining life of shell course storage tank 610 - TK - 104 based on API standard 653 PT Pertamina International Refinery unit II. The purpose of this research is to identify the reliability of the tank by knowing the minimum thickness, corrosion rate, and remaining life of the tank. Tank reliability analysis based on API 653 is carried out so that the tank continues to be in a safe condition and can continue to operate, so that failures in the tank can be avoided. The tank is made of ASTM A283 Grade C material. The tank has a diameter and height of 95.374 ft and 53.90 ft. The service accommodated is Crude Oil and Specific Gravity 0.860. The tank is protected from Internal Film Thin Coating material. The research methods used include visual inspection, data collection and information related to tank specifications, reliability analysis of the tank. Based on the calculation, the remaining life of the tank obtained is in an unacceptable condition because it is < 10 years, so the solution that can be done is to reduce the maximum liquid level of the tank by 14.06 ft so that the tank can withstand pressure for a long time.*

ARTICLE HISTORY
Received: 19 Mei 2024
Revised: 1 June 2024
Accepted: 30 June 2024
Published: 31 July 2024

KEYWORDS: *Storage Tank, Corrosion Rate, Remaining Life, API 653*

1. PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang sering digunakan oleh masyarakat umum maupun industri. Untuk menjadi sebuah produk bahan bakar yang dapat digunakan, minyak bumi diolah di *refinery* sehingga produk bahan bakar dapat digunakan untuk mempermudah kehidupan masyarakat dan industri. Pentingnya peran minyak bumi dalam kelangsungan hidup manusia maka minyak bumi selalu dikembangkan agar bisa memaksimalkan fungsinya agar lebih efisien.

Dalam pengolahan minyak bumi, kebutuhan fasilitas penyimpanan sangat penting. Dalam hal ini, *refinery* menggunakan *storage tank* sebagai fasilitas penyimpanan baik itu minyak mentah untuk diolah, produk jadi yang telah diolah, maupun *chemical* dan bahan kimia lain yang *support* kegiatan pengolahan minyak. Dan juga tangki adalah tempat penyimpanan yang dipakai pada industri pengilangan dan perminyakan khususnya pada penerimaan, penimbunan dan pendistribusian (P3). Tangki penyimpanan menjaga kelancaran ketersediaan minyak mentah untuk diolah maupun produk jadi yang sudah siap untuk dimanfaatkan. Selain itu, tangki dapat menjaga produk minyak atau bahan baku minyak mentah dari kontaminan yang mempengaruhi kemurnian minyak.

Meskipun minyak sangat dibutuhkan diberbagai sektor baik disektor industri maupun pribadi, minyak merupakan salah satu zat cair berbahaya dan penyimpanan zat berbahaya dalam jumlah besar mengandung risiko tinggi bagi penduduk, lingkungan dan ekosistem yang ada disekitarnya. Tumpahan bahan berbahaya ke dalam tanah dapat menyebabkan proses dekontaminasi yang merugikan. Kebocoran dari tangki penyimpanan minyak, gas atau bahan kimia berbahaya tersebut bisa terjadi kapan saja karena keausan, korosi maupun pengaruh - pengaruh cuaca pada permukaan eksternal ataupun perubahan suhu internal dalam tangki penyimpanan tersebut. Risiko yang lain adalah terjadinya ledakan dari tangki penyimpanan karena kegagalan fungsi dari tangki tersebut. Inspeksi tangki penimbun *in - service* perlu dilakukan agar potensi perubahan kondisi fisik tangki dapat diidentifikasi sebelum terjadinya kegagalan operasi yang disebabkan oleh kecacatan tangki.

PT. Kilang Pertamina Internasional RU II Dumai menggunakan lebih dari 80 unit tangki penyimpanan, termasuk tangki 610-TK-104. Tangki ini telah digunakan selama puluhan tahun dan mengalami degradasi material akibat korosi. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi sisa umur (*remaining life*) tangki untuk mengetahui apakah tangki masih layak digunakan atau memerlukan perbaikan.

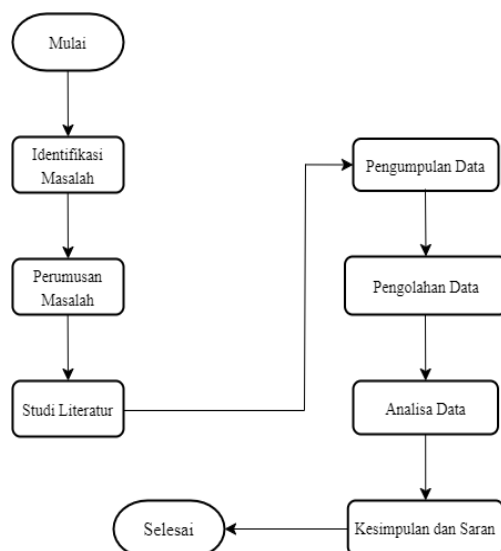
*Corresponding author: nazaruddin@eng.unri.ac.id

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Adiatmika et al^[1] menggunakan pendekatan API 653 untuk menilai umur tangki penyimpanan High Speed Diesel Oil. Studi-studi ini menunjukkan bahwa pendekatan API 653 dapat diandalkan dalam menentukan ketebalan minimum, laju korosi, dan sisa umur tangki secara komprehensif.

API 650 digunakan sebagai standar dalam konstruksi tangki, sedangkan API 653 menjadi acuan utama dalam inspeksi dan evaluasi umur pakai tangki^{[2][3]} melalui perhitungan ketebalan minimum, laju korosi, dan *remaining life*, serta memberikan rekomendasi teknis perbaikan yang dapat diterapkan secara praktis dan ekonomis.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan proses diantaranya studi literatur, mengidentifikasi masalah yang ada pada pabrik hingga tahap penyelesaian masalah tersebut. Rangkaian dari proses yang dilakukan dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Metode

Penelitian diawali dengan melakukan *survey* lapangan untuk mengumpulkan data - data yang berkaitan dengan perhitungan sisa umur *shell course storage tank* 610 – TK – 104 berdasarkan pada standar API 653^[3]. Dan pengambilan data dilakukan dengan metode NDT – UT

API Std 653 adalah standar acuan untuk inspeksi, perbaikan, perubahan, dan rekonstruksi tangki penimbun yang digunakan pada industri perminyakan dan kimia. Standar ini mencakup tangki dengan material *carbon steel* dan *low alloy steel* yang dibuat berdasarkan API Std 650^[2] (*Welded Tanks for Oil Storage*) dan pendahulunya API 12 C (*Welded Oil Storage Tank*). API Std 653 memberikan

referensi persyaratan minimum untuk mempertahankan integritas tangki penimbun yang terletak di atas permukaan tanah (*aboveground*), bertekanan atmosferik, *nonrefrigerated*, dan dikonstruksi dengan sambungan menggunakan las atau rivet. Inspeksi tangki penimbun yang sedang beroperasi perlu dilakukan agar potensi perubahan kondisi fisik tangki dapat diidentifikasi sebelum terjadinya kegagalan operasi yang disebabkan oleh kecacatan tangki.

Perhitungan teoritis diawali dengan :

a. Perhitungan *Minimum Thickness Tank* (T_m)

$$T_m = \frac{2.6 (H-1) \cdot D \cdot G}{S \cdot E} \quad (1)$$

b. Perhitungan Laju Korosi (Cr)

$$Cr = \frac{T_{previous} - T_{aktual}}{tahun\ uji\ awal - tahun\ uji\ akhir} \quad (2)$$

c. Perhitungan Sisa Umur (RL)

$$RL = \frac{T_{aktual} - T_{minimum}}{Cr} \quad (3)$$

Keterangan :

T_m = Minimum Thickness (in)
 H = Tinggi Tangki (ft)
 D = Diameter Tangki (ft)
 G = Spesifik Gravitasi
 S = Allowable Stress
 E = Efficiency Joint
 $T_{previous}$ = Tebal Aktual Sebelumnya (mm)
 T_{aktual} = Tebal Aktual Terakhir (mm)
 Tahun uji awal = Tahun Uji Sebelumnya
 Tahun uji akhir = Tahun Uji Terakhir
 Cr = Laju Korosi (mm/tahun)
 RL = Sisa Umur (Tahun)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Spesifikasi Tangki 610 – TK – 104

Berikut merupakan data pipa yang ditunjukkan pada tabel 1 :
 Tabel 1 Data Spesifikasi Tangki

No	Spesifikasi	
1	Diameter Tangki	95,374 ft
2	Tinggi Tangki	53,90 ft
3	<i>Spesific Gravity</i>	0,860
4	Material	ASTM A283 Gr C
5	<i>Course</i>	7
6	Tahun Dibangun	1985 (<i>Standard</i>)
7	Lebar Pelat	2428 mm
8	Lebar Pelat Terakhir	1862 mm
9	<i>Service</i>	<i>Crude Oil</i>

*Corresponding author: nazaruddin@eng.unri.ac.id

3.2 Data Aktual Inpeksi Tangki

Berikut merupakan data aktual inpeksi tangki 610 – TK – 104 yang ditunjukkan pada tabel 2 :

Tabel 2 Data Aktual Inspeksi Tangki

Course	Thickness Aktual (mm)
1	12,16
2	12,7
3	10,6
4	7,7
5	5,5
6	5,4
7	5,8

3.3 Perhitungan Teoritis

Dari data yang telah didapatkan, maka dapat diketahui hasil dari perhitungan teoritis dari parameter – parameter tersebut sebagai berikut :

A. Minimum Thickness

Untuk menghitung *minimum thickness* pada setiap *course* tangki digunakan persamaan 1 . Untuk nilai S dan E didapatkan dari tabel pada pedoman API 653.

Tabel 3 Standar Allowable Stress

Material Specification and Grade	Minimum Specified Yield Stress, Y (lb/in. ²)	Minimum Specified Tensile Strength, T (lb/in. ²)	Allowable Product Stress, S (lb/in. ²) (Note 6)		Allowable Hydrostatic Test Stress, S_h (lb/in. ²) (Note 6)	
			Lower Two Courses	Upper Courses	Lower Two Courses	Upper Courses
ASTM Specifications						
A 283-C	30,000	55,000	23,600	26,000	26,000	27,000
A285-C	30,000	55,000	23,600	26,000	26,000	27,000
A36	36,000	58,000	24,900	27,400	27,400	30,100
A131-A, B, CS	34,000	58,000	24,900	27,400	27,400	30,100
A131-EH 36	51,000	71,000	30,500	33,500	33,500	36,800
A573-58	32,000	58,000	24,900	27,400	27,400	28,800
A573-65	35,000	65,000	27,900	30,700	30,700	31,500
A573-70	42,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A516-55	30,000	55,000	23,600	26,000	26,000	27,000
A516-60	32,000	60,000	25,600	28,200	28,200	28,800
A516-65	35,000	65,000	27,900	30,700	30,700	31,500
A516-70	38,000	70,000	30,000	33,000	33,000	34,200
A662-B	40,000	65,000	27,900	30,700	30,700	33,700
A662-C	43,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A537-Class 1	50,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A537-Class 2	60,000	80,000	34,300	37,800	37,800	41,500
A633-C, D	50,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A678-A	50,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A678-B	60,000	80,000	34,300	37,800	37,800	41,500
A737-B	50,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A841	50,000	70,000	30,000	33,000	33,000	36,300
A10 (Note 1)	30,000	55,000	23,600	26,000	26,000	27,000
A7 (Note 1)	33,000	60,000	25,700	28,300	28,300	29,700
A442-55 (Note 1)	30,000	55,000	23,600	26,000	26,000	27,000
A442-60 (Note 1)	32,000	60,000	25,600	28,200	28,200	28,800

Tabel 4 Standar Efficiency Joint

Standard	Edition and Year	Type of Joint	Joint Efficiency E	Applicability or Limits
API 650	Seventh and Later (1980 to Present)	Butt	1.00	Basic Standard
		Butt	0.85	Annex A Spot RT
		Butt	0.70	Annex A No RT
	First to Sixth (1961 to 1978)	Butt	0.85	Basic Standard
		Butt	1.00	Annexes D or G

$$T_m = \frac{2.6 (53.90 - 1) \cdot 95.374 \text{ ft} \cdot 0.860}{23,600 \cdot 1} = 0.478 \text{ in}$$

B. Corrosion Rate (Laju Korosi)

Laju korosi adalah laju perambatan penurunan kualitas material seiring waktu. Laju kerusakan atau korosi dapat ditentukan dengan pemantauan.

$$Cr = \frac{14.0 \text{ mm} - 12.16 \text{ mm}}{2023 - 2021} = 0.92 \text{ mm/tahun}$$

C. Remaining Life (Sisa Umur)

Remaining Life Assessment (RLA) adalah usaha untuk mengukur dan memprediksi umur sisa suatu struktur. Dengan mengetahui umur sisa suatu peralatan atau bagiannya, maka teknisi dapat merencanakan penggantian atau perbaikan.

$$RL = \frac{12.16 \text{ mm} - 12.14 \text{ mm}}{0.92} = 0.02 \text{ tahun}$$

Tabel 5 Hasil Perhitungan Teoritis

Course	Thickness Minimum (mm)	Corrosion Rate (mm/tahun)	Remaining Life (tahun)
1	12.14	0.92	0.02
2	10.31	0.06	39.8
3	7.69	0.3	9.7
4	6.01	0.1	16.9
5	4.36	0.05	22.8
6	2.71	0.02	134
7	2.54	0.02	163

3.4 Analisa Data

Dapat dilihat pada perhitungan teoritis untuk *minimum thickness* tangki 610TK104 untuk *course* 7 didapatkan bahwa *minimum thickness* bernilai 0.041. Berdasarkan pedoman yang digunakan untuk sebuah tangki yaitu API 653 dimana, untuk *minimum thickness* (ketebalan minimum) yang diperbolehkan yaitu $T_m > 0.1$ in. Artinya untuk *course* 7 nilai yang dipakai untuk ketebalan minimum *coursenya* yaitu 0.1 in. Sistem ATG (Automatic Tank Gauging) telah terbukti mendukung pemantauan level cairan dan deteksi dini korosi secara digital [4].

Dari data hasil inspeksi yang telah dilakukan, didapatkan *thickness minimum* (ketebalan minimum) setiap *course*, *corrosion rate* (laju korosi), dan *remaining life* (sisa umur) dari tangki 610TK104. Ini dapat dilihat pada tabel 5 hasil perhitungan teoritis tangki.

Pada tabel 5 pada *course* 1 didapatkan sisa umur yaitu 0,02 tahun.. Artinya dalam waktu dekat sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan tangki tidak mampu menahan tekanan di *level* maksimum tangki, sehingga untuk meminimalisir dampak yang akan terjadi pada tangki, yaitu dengan menurunkan *maximum liquid level* (tinggi cairan maksimal). Pada tangki 610TK104 ini memiliki *maximum liquid level* (tinggi cairan maksimal) yaitu sebesar 16430 mm (53,90 ft). Dengan data yang telah diperoleh untuk sisa umur tangki maka tangki ini tidak dapat menahan beban pada saat *maximum liquid level* (tinggi cairan maksimal), maka langkah yang dapat diambil untuk mengatasi kasus ini adalah dengan menurunkan *maximum liquid level* (tinggi cairan maksimal) ke ketinggian yang pada *course* 1 dapat menahan beban yang ada dengan waktu yang cukup lama. Kholis [5] menyarankan bahwa penurunan maksimum level cairan dapat menjadi solusi jangka pendek namun perlu dikombinasikan dengan strategi rekondisi seperti pelapisan ulang pelat.

Setelah dilakukan perhitungan kembali untuk mendapatkan nilai sisa umur pada *course* 1, maka tinggi yang direkomendasikan untuk mendapatkan nilai sisa umur pada *course* 1 > 3 tahun yaitu 12143 mm artinya *level liquid* mengalami pengurangan sebesar 4287 mm dari *level liquid* semula yaitu 16430 mm. Maka dapat dilihat pada tabel 4.4 untuk data *remaining life* pada tiap *course* setelah dilakukan pengurangan *level liquid*. Analisis struktural oleh Akbar et al. [6] terhadap tangki dengan desain floating roof menjadi rujukan penting dalam memperkirakan kapasitas dan kekuatan struktural tangki serupa.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Setelah Pengurangan *Maximum Level Liquid* Tangki

Course	Thickness Minimum (mm)	Corrosion Rate (mm/tahun)	Remaining Life (tahun)
1	8.89	0.92	3.5
2	6.85	0.06	97.5
3	4.57	0.3	20
4	3.04	0.1	46.6
5	2.54	0.05	59.2

Dapat dilihat pada tabel 6 di atas bahwa pada tiap *course* mengalami peningkatan sisa umurnya. Sehingga, dalam waktu 3,5 tahun dapat direncanakan strategi *maintenance* terhadap tangki, yaitu dilakukan penggantian *shell course* 1, atau menurunkan *level* lebih rendah agar nilai *remaining life* lebih tinggi. Kedua hal tersebut sangat bergantung kepada kebutuhan bisnis perusahaan dalam hal pemenuhan kebutuhan energi nasional.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan API 653, *course* 1 dari tangki 610-TK-104 memiliki sisa umur yang sangat rendah, yaitu 0.02 tahun, yang menunjukkan status kritis. Penurunan maksimum level cairan sebesar 4287 mm meningkatkan sisa umur *course* 1 menjadi 3.5 tahun, memberikan waktu yang cukup untuk perencanaan pemeliharaan. Penurunan level cairan merupakan solusi jangka pendek, sementara untuk jangka panjang, diperlukan strategi seperti penggantian pelat bawah, penggunaan material dengan ketahanan korosi tinggi, dan peningkatan sistem monitoring. Penelitian ini berhasil menunjukkan pentingnya evaluasi periodik kondisi tangki serta penggunaan API 653 sebagai standar yang efektif dalam menentukan keandalan tangki penyimpanan minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Adiatmika, G. D. Haryadi, Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, dan lainnya, "Analisa Remaining Life pada High Speed Diesel Oil Storage Tank ASTM," vol. 4, no. 2, pp. 126–131, 2016.
- [2] API Std 650 12th Edition, *Welded Tank for Oil Storage*, 2013.
- [3] API Std 653 5th Edition, *Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction*, 2014.
- [4] A. Heriyanto, "Automatic Tank Gauging (ATG)," vol. 38, pp. 56–64.
- [5] I. Kholis, "Analisa Corrosion Rate dan Remaining Life pada Storage Tank T-XYZ Berdasarkan API 653 di Kilang PPSDM Migas," 2014, pp. 21–30.
- [6] I. F. Akbar, H. Yudo, and I. P. Mulyatno, "Analisis Kekuatan Tangki Penyimpanan Crude Oil 38T-104 Berbentuk Silinder dengan Tipe External Floating Roof pada PT Pertamina RU IV Cilacap," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 8, no. 1, pp. 96–104, 2020.