

Rekayasa Ulang Dan Perhitungan Sisa Umur Berdasarkan Kriteria Penerimaan Tank Settlement Pada Existing Storage Tank

Ihlan Bayuseta¹, Budi Prasajo², Ekky Nur Budiyanto³

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*2*3}

Email: ibayuseta@student.ppns.ac.id^{1*}; budiprasajo@ppns.ac.id^{2*}; ekky@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - This study analyzes the re-engineering and remaining life calculation of storage tanks based on the acceptance criteria for tank settlement. Re-certification of storage tanks, as regulated by the Ministerial Regulation No. 37 of 2016, is a mandatory process that must be conducted at least every five years. The primary focus of this research is a storage tank that has been in operation for 8 years. The methodology includes visual evaluation, design data collection, settlement calculation, and determining the minimum wall thickness of the tank. Additionally, damage mechanism analysis and risk assessment were conducted to estimate the remaining life of the tank. The results indicate that meeting all the required documentation for re-certification allows the tank to continue operating, with an estimated remaining life of 18.103 years for the long term (LT) and 9 years for the short term (ST). This re-engineering process not only ensures regulatory compliance but also acts as a preventive measure to identify and avert potential accidents in the future.

Keyword: re-engineering, remaining life, tank settlement, re-certification, storage tank

1. PENDAHULUAN

Storage tank adalah peralatan kunci dalam industri petrokimia dan minyak serta gas bumi, berfungsi sebagai tempat penyimpanan fluida. Biasanya, tangki ini dipasang di atas tanah (aboveground) dan dibangun sesuai standar API 650 dengan konstruksi sambungan las. Re-engineering dalam konteks ini mengacu pada rekayasa ulang atau pengkajian ulang terhadap storage tank. Penelitian ini difokuskan pada tangki penyimpanan dengan kapasitas 100 m³ milik perusahaan, yang dibuat pada tahun 2015. Untuk memastikan keselamatan dan keberlanjutan operasional, perusahaan melakukan tinjauan desain tangki.

Mengikuti Peraturan Menteri No. 37 Tahun 2016, storage tank harus melalui sertifikasi ulang secara berkala. Re-engineering adalah pendekatan yang digunakan untuk mempersiapkan tangki untuk sertifikasi ini, dengan mengumpulkan data dimensi, inspeksi visual, dan uji settlement tangki. Data ini menjadi dasar untuk analisis teknik dan perhitungan. Penelitian ini mengikuti kajian sebelumnya oleh Budi Setiawan, B. & Rahayu, T. (2020); Putra, P. (2021); dan Utomo, B. (2022), dengan fokus pada aspek-aspek yang berbeda. Dengan rencana penggunaan kembali tangki untuk distribusi, penelitian ini bertujuan untuk melakukan Remaining Life Assessment (RLA). Fokusnya adalah pada analisis desain, uji settlement, dan perhitungan sisa umur layan berdasarkan API 653, untuk mengurangi risiko kegagalan pada tangki yang ada. Judul penelitian ini adalah "Rekayasa Ulang dan Perhitungan Sisa Umur

Berdasarkan Kriteria Penerimaan Tank Settlement Pada Existing Storage Tank.

1.1 Analisa Engineering

Analisa engineering dilakukan dengan mempertimbangkan keseluruhan hasil dari langkah kerja sebelumnya terhadap kemungkinan kelayakan pengoperasian pada masa datang dan hal yang harus dilakukan guna memenuhi pengoperasian yang aman dan layak. Perhitungan storage tank dilakukan berdasarkan aktual data yang telah dikumpulkan di lapangan sebelumnya. Tujuan dilakukannya perhitungan adalah mengetahui kemampuan maksimum storage tank dalam melayani beban kerja.

1.2 Kebersihan permukaan

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

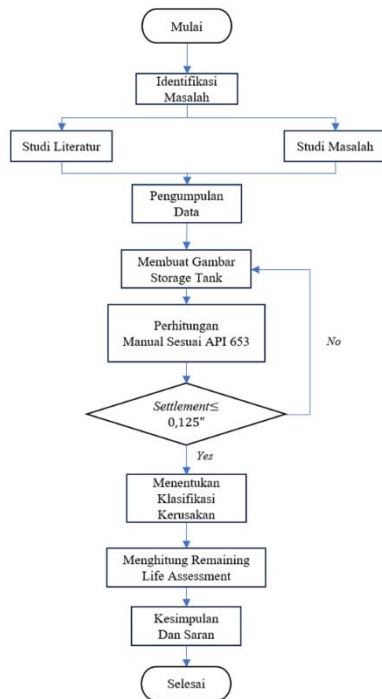
Memperhitungkan perkiraan umur sisa (Remaining Life Assessment) membutuhkan mekanisme model kerusakan material. Model kerusakan dan informasi kondisi operasi akan menghasilkan perhitungan akurat dari pengukuran umur sisa. Dalam perhitungan kondisi komponen, kondisi terbaru komponen tersebut harus diperhitungkan terlebih dahulu sebelum pengukuran umur sisa dapat dilakukan. Kondisi saat ini juga dapat diperhitungkan menggunakan akumulasi jenis kerusakan selama mesin beroperasi dan kondisi operasi yang diterapkan. Tetapi prosedur tersebut kurang akurat dibanding metode non-destructive examination (NDE) yang dapat memberi informasi tingkat material saat ini, karena pada umumnya data kondisi masa lalu sulit diperoleh.

Setelah kondisi material saat ini di analisa, pengukuran umur sisa dapat dihitung dengan menggunakan akumulasi perhitungan seluruh tipikal kerusakan dan perkiraan kondisi operasi yang telah disarankan. Ketika jenis kerusakan dan pengoperasian sudah diketahui, remaining life assessment dapat dihitung dengan tingkat keakuratan yang dianggap sesuai.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan dokumen yang harus dilengkapi untuk sertifikasi ulang, selain itu sebagai cara untuk monitoring keadaan tangki sebagai bentuk tindakan pencegahan. Sehingga kemudian dapat ditentukan kapasitas maksimum dari tangki dan bagaimana tingkat kerusakan dari tangki tersebut sesuai dengan perbandingan hasil dari pengujian dan perhitungan manual yang mengacu pada API 653

2.1 Diagram Alir



2.2 Identifikasi masalah

Pada tahap identifikasi awal bertujuan dalam menyusun, menetapkan tujuan dan perumusan masalah serta dalam mengidentifikasi permasalahan dalam penelitian ini. Adapun tahapan identifikasi awal sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah dan Penetapan Tujuan
 Dalam tahapan ini dilakukan pengamatan suatu permasalahan yang sedang terjadi dalam sebuah proyek di mana permasalahan tersebut dapat dijadikan sebagai bahan penelitian dan disesuaikan dengan penelitian yang sudah ada sebelumnya. Penetapan tujuan berupa manfaat

dari penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil perancangan STORAGE TANK (PPA-T-17001/00) menggunakan software Auto Pipe.

2. Studi Lapangan dan Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan 2 macam pengamatan yaitu studi lapangan dan studi literatur. Pada tahapan studi lapangan dilakukan pengamatan secara langsung sesuai dengan kondisi aktual yang sedang terjadi di lapangan dan pengamatan tidak langsung berdasarkan data yang ada seperti desain, dan data lain yang terkait pada FEED (Front End Engineering Design) serta diskusi dan berkonsultasi dengan pembimbing yang bersangkutan. Studi literatur dilakukan berdasarkan teori-teori yang mendukung dalam desain dan analisa STORAGE TANK (PPA-T-17001/00).

2.3 Tahapan Pengolahan Data

Kajian data teknis sangat perlu dilakukan pada awal langkah assessment storage tank. Kajian data teknis dimaksudkan untuk memperoleh gambaran mengenai konsep desain storage tank. Tahap pengolahan data merupakan langkah yang mendukung penelitian mencapai tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan detail gambar storage tank menggunakan software Autopipe dan melakukan rekomendasi desain apabila pada saat pengujian settlement tidak sesuai dengan acceptance criteria.
2. Menentukan titik mana saja yang akan dilakukan pengujian wall thickness maupun settlement.
3. Analisis acceptance criteria settlement yang ditentukan berdasarkan API 653.
4. Menghitung nilai dari acceptance criteria wall thickness yang ditentukan berdasarkan API 653.
5. Menentukan risk level berdasarkan kondisi fisik dari storagetank dan mempertimbangkan hasil wall thickness test.
6. Menghitung remaining lifetime dari storage tank menggunakan perhitungan ketebalan actual yang ada di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Maximum Tank Settlement

Perhitungan pertama dilakukan untuk mengetahui besar nilai maksimal settlement pada area 1. Pada area 1 terdapat penurunan pada titik P1 sampai dengan titik P8. Dari Tabel 4.6 diperoleh besarnya settlement out-of-plane deflection (Si) yang terbesar yang terjadi adalah pada P7 yaitu sebesar 0,0019 m. Dengan menggunakan persamaan, nilai maksimal yang diijinkan untuk area 1 adalah:

$$S_{max} = \min [10,5 \times 16.3362818 \times (5200\text{mm}/5500\text{mm}) \times (30000/55000), 4.0]$$

$$= \min [10.5 \times 16.3362818 \times 0.945 \times 0.545 \times 4.0]$$

$$= 350.54 \text{ mm}$$

$$= 0,0354 \text{ m}$$

Karena nilai settlement out-of-plane deflection (Si) yang bernilai sebesar 0,0019 m kurang dari Smax yang bernilai 0,0354 m maka, besar penurunan pada area 1 dapat diterima berdasarkan standard API 653.

Titik	yi	xi	f(xi)	Si = (f(xi) - yi)
P1	1.018	0.000	1.0180	0.0000
P2	1.017	0.785	1.0179	0.0009
P3	1.018	1.571	1.0177	0.0003
P4	1.018	2.356	1.0176	0.0004
P5	1.017	3.142	1.0174	0.0004
P6	1.018	3.927	1.0173	0.0007
P7	1.019	4.712	1.0171	0.0019
P8	1.017	5.498	1.0170	0.0000

2. Menentukan Tingkat kerusakan

Dari data yang ditampilkan kondisi tangki ada pada klasifikasi 2 karena kondisi coating ada pada klasifikasi 2 maka kondisi coating tangki adalah 50% . Mengacu pada table 2.2 maka damage classification mengacu pada kondisi coating adalah Moderate. Dari 2 variabel yang digunakan untuk menentukan damage classification keduanya menyatakan bahwa damage class dari tangki adalah Moderate.

Section	Tnom	Tact	%	Tingkat Kerusakan
Course 1	10,00	8,31	83,1	Moderate
Course 2	10,00	8,42	84,2	Moderate
Course 3	8,00	6,53	81,625	Moderate
Roof	8,00	6,25	78,125	Moderate

3. Perhitungan Sisa Umur Tangki

Didapat hasil perhitungan yang disajikan pada table diatas hasil perhitungan sisa umur pada tangki mengasu pada kondisi tangki dengan sisa umur paling kecil sehingga sisa umur tangki adalah **18,103 tahun** untuk LT dan untuk ST **9 tahun**

PART	MIN (API 653)		THICKNESS ACTUAL			REMARK
	Tmin (mm)	Treq (mm)	Tinitial (mm)	Tcorrosion (mm)	Tact (mm)	
COURSE 1	0,76	2,54	10	9,16	8,31	ACC
COURSE 2	0,47	2,54	10	9,21	8,42	ACC
COURSE 3	0,18	2,54	8	7,27	6,53	ACC
ROOF	2,28	2,29	8	7,13	6,25	ACC

Corrosion Rate (LT)	
Course 1	0,211
Course 2	0,198
Course 3	0,184
Roof	0,219

Corrosion Rate (ST)	
Course 1	0,425
Course 2	0,395
Course 3	0,370
Roof	0,440

Remaining Life (LT)	
Course 1	27,314
Course 2	29,772
Course 3	21,714
Roof	18,103

Remaining Life (ST)	
Course 1	13,576
Course 2	14,886
Course 3	10,784
Roof	9,000

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan manual dari API 653, karena nilai settlement out-of-plane deflection (Si) yang bernilai sebesar 0,0019 m kurang dari Smax yang bernilai 0,0354 m maka, besar

penurunan pada area 1 dapat diterima berdasarkan standard API 653.

2. Dari perhitungan diatas maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.7, dan sesuai API 653 hasil pengukuran ketebalan tidak boleh lebih kecil dari (Treq). Dari hasil perhitungan didapat hasil sebagai berikut:

a) Course 1 dengan minimum wall thickness 0,76 mm dan melihat kondisi tebal dinding saat ini yaitu 8,31 dapat disimpulkan course 1 memenuhi kriteria.

b) Course 2 dengan minimum wall thickness 0,47 mm dan melihat kondisi tebal dinding saat ini yaitu 8,42 dapat disimpulkan course 2 memenuhi kriteria.

c) Course 3 dengan minimum wall thickness 0,18 mm dan melihat kondisi tebal dinding saat ini yaitu 6,53 dapat disimpulkan course 3 memenuhi kriteria.

d) Roof dengan minimum wall thickness 2,28 mm dan melihat kondisi tebal dinding saat ini yaitu 6,25 dapat disimpulkan roof memenuhi kriteria.

3. Dari data yang ditampilkan kondisi tangki ada pada klasifikasi 2 karena kondisi coating ada pada klasifikasi 2 maka kondisi coating tangki adalah 50% . Mengacu pada table 2.2 maka damage classification mengacu pada kondisi coating adalah Moderate. Dari 2 variabel yang digunakan untuk menentukan damage classification keduanya menyatakan bahwa damage class dari tangki adalah Moderate.

4. Didapat hasil perhitungan yang disajikan pada table diatas hasil perhitungan sisa umur pada tangki mengasu pada kondisi tangki dengan sisa umur paling kecil sehingga sisa umur tangki adalah 18,103 tahun untuk LT dan untuk ST 9 tahun.

5. Setelah melakukan perhitungan berdasarkan dengan API 653, mulai dari maximum tank settlement dengan hasil kondisi tangka masih diterima. Lalu berlanjut pada kondisi tebal dinding berdasarkan perhitungan API 653 dengan data wall thickness tiap course didapat bahwa kondisi tebal dinding masih bisa diterima. Berlanjut pada damage classification dengan 2 variabel yaitu tebal dinding dan keadaan dari coating yang memiliki classification moderate. Perhitungan terakhir adalah sisa umur dengan

hasil akhir sisa umur tangki adalah 18,103 tahun untuk LT dan untuk ST 9 tahun.

Rekomendasi

Melihat kondisi dari storage tank maka perlu dilakukan:

- a) Dokumen ini dapat disimpan sebagai acuan atau dasar inspeksi selanjutnya.
- b) Kondisi coating perlu dimonitor dan dipelihara untuk menghindari terjadinya kerusakan akibat korosi yang lebih lanjut.
- c) Lakukan pemasangan cathodic protection pada tangki.
- d) Tinggi maksimum liquid level tidak boleh melebihi 5100 mm (HLL).
- e) Lakukan inspeksi visual secara rutin pada bagian yang melebihi batas defleksi pada pengukuran settlement.
- f) Lakukan perawatan berkala jika terdapat instalasi pendukung di area storage tank seperti panel, lightning, dan alat elektronik untuk mengantisipasi terjadinya konsleting yang dapat memicu terjadinya insiden.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan juga motivasi oleh berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materil, motivasi, nasehat dan juga do'a bagi kelancaran penulis.
2. Bapak Budi Prasojo, selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian jurnal tugas akhir ini.
3. Bapak Ekky Nur Budiyanto, selaku dosen pembimbing 2 yang telah membantu dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian jurnal tugas akhir ini

6. PUSTAKA

- [1] Widharto, Sri. (2002). Inspeksi Teknik: Buku 2, Jakarta, PT. Pradnya Pramita
- [2] Widyawati, S (2017). Analisa Minyak Dari Tangki Penimbunan Sangat Penting Dilakukan. Perkapalan Negeri Surabaya.
- [3] Wisnugroho, J., & Sutomo (2018). Numerical Study of Oil Storage Tanks during Planar Settlement.
- [4] Tirenti, J. (2021). Pressure Vessels, Part I: Pressure Vessel Design, Shell, Head, Nozzle And Basic Flange Study Notes Training Projects Connecting Dots Pressure Vessels Online Course, Part I-Instructor Javier
- [5] Rozie, A. F. (2020). Remaining Life Assessment Dan Kasus Laju Korosi Pada Lpg Storage Tank Kapasitas 50 Ton. Jttm :

Jurnal Terapan Teknik Mesin, 1(2), 96–106.
<https://doi.org/10.37373/Msn.V1i2.26>