

EVALUASI SISA USIA PADA TANGKI CPU-T-1013/00 DI PERTAMINA MENGGUNG

Jepri Dwi Sulisty^{1*}, Hafid Suharyadi¹

¹Teknik Mesin Kilang, PEM Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Blora, Jawa Tengah, 58315

*E-mail : jepriidwi805@gmail.com

ABSTRAK

Main Gathering Station (MGS) Menggung adalah tempat penampungan *crude oil* dan *condensate* dari seluruh *field* yang ada di Cepu. Terdapat banyak tangki timbun yang memiliki ukuran dan kapasitas besar hingga 31.000 Barel, penulis mengevaluasi tangki timbun CPU-T-1013/00 berkapasitas 4.500 Barel *crude oil* di MGS Menggung. Tangki timbun adalah alat statik yang digunakan untuk menampung fluida. Inspeksi tangki timbun dilakukan untuk melakukan evaluasi sisa usia pada tangki, melalui pengukuran ketebalan aktual pada setiap *course* tangki, menggunakan metode *flowchart*. Perhitungan dilakukan dengan mencari tebal minimum pelat tangki sesuai standar API 653 hasil perhitungan tebal pelat minimum pada *course* 1 adalah 1,979 mm, *course* 2 adalah 1,3055 mm, *course* 3 adalah 0,5377 mm. Setelah diketahui tebal minimumnya, dilakukan perhitungan laju korosi, hasil perhitungan pada *course* 1 adalah 0,0429 mm/years, *course* 2 adalah 0,0429 mm/years, dan *course* 3 adalah 0,0471 mm/years. Maka diketahui sisa usia tangki pada *course* 1 adalah 167,07 tahun, *course* 2 adalah 120,4 tahun, dan *course* 3 adalah 108,82 tahun dari tahun 2022, hasil uji tekanan hidrostatik pada *course* 1 sampai 3 juga masih diperbolehkan, tidak melebihi tekanan desain material tangki. Untuk memperpanjang usia tangki dapat dilakukan pemasangan *Cathodic Protection*, *Coating*, dan *Cleaning* pada tangki timbun CPU-T-1013/00 di MGS Menggung.

Kata kunci: MGS Menggung, Tangki Timbun, *Course*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan minyak dan gas bumi sampai saat ini masih menjadi kebutuhan primer manusia yang digunakan sebagai bahan bakar, baik untuk kebutuhan rumah tangga seperti bahan bakar kendaraan sepeda motor maupun industri seperti bahan bakar alat transportasi dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) [1]. Untuk mendapatkan minyak dan gas bumi diperlukan kegiatan eksplorasi dan produksi yang memerlukan peralatan mekanik baik statik seperti tangki, separator, kolom fraksinasi dan lain-lain, maupun peralatan rotary seperti pompa, kompresor dan lain-lain.

Salah satu peralatan mekanik yang memiliki peran penting dalam proses eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi adalah tangki timbun. Tangki timbun memiliki peran dalam menyimpan dan menjaga fluida yang ditampung di dalamnya, baik dari minyak mentah sampai menjadi produk jadi seperti solar, bensin, avtur dan masih banyak lagi. Dalam pengoperasiannya tangki timbun tentunya akan mengalami penurunan kemampuan yang diakibatkan oleh banyak faktor seperti korosi, tekanan fluida, dan lingkungan sekitar [2].

Kemampuan tangki timbun jika digunakan terus menerus dapat mengurangi kemampuan kerjanya, yang ditandai dengan munculnya korosi pada tangki. Korosi adalah rusaknya material logam yang diakibatkan oleh reaksi kimia dengan lingkungan sekitar [3]. Jika korosi diabaikan maka dapat mengurangi ketebalan dinding maupun atap tangki secara perlahan. Tangki timbun di *Main Gathering Station* (MGS) Menggung memiliki peran yang sangat vital yaitu untuk menyimpan *crude oil* dari sumur tua yang dikelola KUD/BUMD, distrik 1 yang berasal dari Kawengan dan lapangan Topen, dan distrik 2 yang berasal dari lapangan Nglobo, lapangan Semanggi dan lapangan Ledok. *Crude oil* yang disimpan pada tangki timbun selanjutnya akan

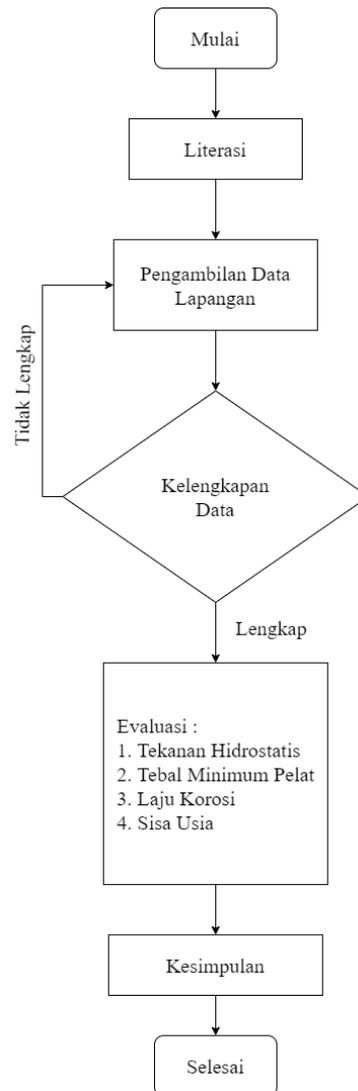
dikirim ke PPSDM melalui pipa bawah tanah untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut. Tangki penyimpanan *crude oil* di MGS Menggung sudah mulai muncul korosi yang jika dibiarkan akan merusak atau menurunkan kemampuan tangki, maka dari itu perlu dilakukan inspeksi dan perawatan pada tangki timbun, selain perawatan tangki perlu dilakukan “Evaluasi Sisa Usia Pada Tangki CPU-T-1013/00 Di Pertamina Menggung” sebagai judul penelitian penulis. Evaluasi pada tangki bertujuan untuk mengetahui berapa lama tangki timbun CPU-T-1013/00 di MGS Menggung dapat dioperasikan dan mengetahui kapan tangki timbun harus dilakukan pergantian berdasarkan laju korosinya.

2. METODE

Metode yang digunakan adalah kualitatif dengan melakukan evaluasi sisa usia tangki menggunakan data perancangan awal dibandingkan dengan data aktual di lapangan untuk mencari pengurangan ketebalan pelat tangki yang diakibatkan oleh korosi. Cara mengevaluasi tangki timbun dapat dilihat pada *flowchart* dengan proses sebagai berikut, pertama-tama penulis literasi mengenai tangki timbun baik dari jurnal maupun buku, selanjutnya melakukan pengambilan data dengan mengukur ketebalan tangki secara aktual menggunakan *thickness test gauge* dan mencari data-data spesifikasi tangki yang ada di MGS Menggung, jika data kurang lengkap harus mencari data lagi, jika data sudah lengkap lanjut ke perhitungan evaluasi tangki timbun yaitu tekanan hidrostatik, tebal minimum pelat, laju korosi, dan sisa usia pada tangki CPU-T-1013/00. Setelah mendapatkan hasil perhitungan evaluasi maka dapat dibuat kesimpulan. Berikut gambar tangki CPU-T-1013/00 pada Gambar 1 dan *flowchart* pada Gambar 2.



Gambar 1. Tangki CPU-T-1013/00



Gambar 3. Flowchart

Dalam melakukan evaluasi tangki timbun yang harus diketahui adalah tekanan hidrostatik dalam tangki untuk mengetahui apakah tekanan di dalam tangki masih dapat ditahan oleh dinding tangki dapat menggunakan persamaan berikut [4].

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Untuk menentukan tebal minimum pelat yang diperbolehkan pada tangki timbun, dapat menggunakan persamaan berikut berdasarkan API 653 tahun 2014 point 2.3.3.1 [5]:

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

Laju korosi dapat diketahui menggunakan persamaan sebagai berikut berdasarkan API 575 tahun 2024 point 7.2 [6]:

$$CR = \frac{t(\text{desain}) - t(\text{aktual})}{\Delta T} \quad (3)$$

Sisa usia tangki dapat dihitung dengan persamaan berikut berdasarkan API 575 tahun 2024 point 7.2 [7]:

$$RL = \frac{t(\text{aktual}) - T(\min)}{CR} \quad (4)$$

3. PEMBAHASAN

Tangki CPU-T-1013/00 merupakan tangki penyimpanan dengan produk service *crude oil* dengan desain mengacu pada standart API 650. Tangki akan dilakukan inspeksi setiap 5 tahun menggunakan jasa vendor. Penulis melakukan evaluasi untuk memprediksi sisa usia pemakaian pada tangki berdasarkan data laju korosi.

A. Spesifikasi Tangki Timbun

Spesifikasi pada tangki timbun CPU-T-1013/00 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Tangki

Tangki CPU-T-1013/00		
1	Lokasi	MGS MENGGUNG-JAWA TENGAH
2	<i>Year Of Build</i>	2015
3	<i>Type</i>	<i>Cone Roof Tank</i>
4	<i>Capacity</i>	4.500 bbl = 714,519 kl
5	<i>Nominal Diameter</i>	13 m
6	<i>Tank Height</i>	5,5 m
7	<i>Jumlah Course</i>	3
	• <i>H Course 1</i>	5,3 m
	• <i>H Course 2</i>	3,6 m
	• <i>H Course 3</i>	1,8 m
8	<i>Design Liquid Level</i>	4,9 m
9	<i>Product Service</i>	<i>Crude Oil</i>
10	Jenis Sambungan	<i>Butt Joint, Welded Tank</i>
11	<i>Design Pressure</i>	1 Atm
12	<i>Design Metal Temperature</i>	65°C
13	<i>Max Operating Temperature</i>	80°C
14	<i>Design Specific Gravity</i>	0.86
15	<i>Shell Plate Thickness</i>	
	• <i>Course 1</i>	10 mm
	• <i>Course 2</i>	8 mm
	• <i>Course 3</i>	8 mm
16	Material	ASTM A 283 GRADE C
17	Standar	API Standard 650

B. Inspeksi Tangki

Inspeksi ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan tebal aktual pelat tangki saat ini, menggunakan alat ukur *thickness test gauge*, maka menghasilkan data pada Tabel 2. Tebal aktual diambil tebal pelat yang paling tipis dari titik pengambilan data untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Pelat Aktual

Ketebalan Aktual(mm)						
Shell	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	T _{min} (mm)	Keterangan
Course 1	9,84	9,88	9,80	9,7	1,979	Acceptable
Course 2	7,8	7,70	7,83	7,75	1,3055	Acceptable
Course 3	7,67	7,69	7,80	7,70	0,5377	Acceptable

C. Perhitungan

Perhitungan hidrostatik menggunakan persamaan (1), jika diketahui:

$$\begin{aligned} \rho_{air} &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{crude \text{ oil}} &= 874 \text{ kg/m}^3 \\ g &= 9,8 \text{ m/s}^2 \\ h_{course \ 1} &= 5,3 \text{ m} \\ h_{course \ 2} &= 3,6 \text{ m} \\ h_{course \ 3} &= 1,8 \text{ m} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tekanan hidrostatik dapat dilihat pada tabel 3. Dapat disimpulkan jika tekanan hidrostatik paling besar berada di *course* 1 karena berada pada bagian paling bawah tangki, yang mana jika semakin tinggi tangki maka semakin besar juga tekanan yang akan diterima *course* tangki paling bawah, yang diakibatkan oleh gaya gravitasi yang menekan ke bawah.

Tabel 3. Tekanan Hidrostatik

Bagian	P _{air} (MPa)	P _{crude oil} (MPa)	P _{material} (MPa)	Keterangan	
Shell	Course 1	0,051	0,045	162,71	Acceptable
	Course 2	0,035	0,030	162,71	Acceptable
	Course 3	0,017	0,015	179,26	Acceptable

Perhitungan tebal pelat minimum dapat menggunakan persamaan (2), jika diketahui:

$$\begin{aligned} E &= 0.85 \text{ (Welding, Butt Joint, Annex A Spot RT)} \\ S_{course \ 1 \ \text{dan} \ 2} &= 23.600 \text{ lbf/in}^2 \text{ (A 283-C)} \\ S_{course \ 3} &= 26.000 \text{ lbf/in}^2 \text{ (A-283-C)} \\ D &= 13 \text{ m} = 42,6509 \text{ ft} \\ H_{course \ 1} &= 5,3 \text{ m} = 17,3885 \text{ ft} \\ H_{course \ 2} &= 3,6 \text{ m} = 11,881 \text{ ft} \\ H_{course \ 3} &= 1,8 \text{ m} = 5,90551 \text{ ft} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tebal minimum dapat dilihat pada Tabel 4. Tebal minimum tangki dipengaruhi oleh tinggi *course* tangki, maka dapat disimpulkan semakin tinggi *course* tangki maka semakin rendah tebal minimum yang dihasilkan, karena pada bagian bawah tangki akan mendapatkan tekanan paling besar sehingga tebal pelat harus paling tinggi.

Tabel 4. Tebal Minimum Pelat

Bagian	Tebal Minimum		T _{aktual} (mm)	Keterangan	T _{min} Standar(mm)	
	inch	mm				
Shell	Course 1	0,0779	1,979	9,7	Acceptable	2,54
	Course 2	0,0514	1,3055	7,7	Acceptable	2,54
	Course 3	0,0212	0,5377	7,67	Acceptable	2,54

Perhitungan laju korosi dapat menggunakan persamaan (3), jika diketahui:
 $\Delta T = 2022-2015 = 7 \text{ years}$

Hasil perhitungan laju korosi dapat dilihat pada Tabel 5. Laju korosi dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk kelembapan udara dan temperatur yang mana dapat disimpulkan, posisi course tangki yang paling atas memiliki laju korosi yang paling cepat karena kelembapan udara paling tinggi berada di paling atas tangki.

Tabel 5. Laju Korosi

Bagian		Laju Korosi (mm/years)	Keterangan
Shell	Course 1	0,0429	Acceptable
	Course 2	0,0429	Acceptable
	Course 3	0,0471	Acceptable

Perhitungan sisa usia dapat menggunakan persamaan (4). Hasil perhitungan sisa usia dapat dilihat pada Tabel 6. Sisa usia dipengaruhi oleh tebal pelat desain, laju korosi, dan tebal aktualnya maka dapat disimpulkan, semakin tinggi laju korosi pada material dapat mempercepat pengurangan ketebalan material yang berakibat usia pakai operasional tangki berkurang.

Tabel 6. Sisa Usia

Bagian		Sisa Umur (years)	Keterangan
Shell	Course 1	167,07	Acceptable
	Course 2	120,4	Acceptable
	Course 3	108,82	Acceptable

D. Evaluasi Tangki

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah tangki timbun masih mampu bertahan dan beroperasi dengan baik. Berdasarkan hasil perhitungan sisa usia tangki CPU-T-1013/00 masih dapat beroperasi hingga tahun 2130 jika laju korosinya konsisten. Berdasarkan hasil perhitungan laju korosi pada course 1 sebesar 0,0429 mm/years, course 2 sebesar 0,0429 mm/years, dan course 3 0,0471 mm/years. Jika dibandingkan dengan penelitian serupa yang dilakukan oleh Raditya Iqbal Maulana (2022) dengan judul “Optimalisasi *Remaining Life Storage Tank* TK 1401-F Dengan Metode Pengukuran *Thickness* di PT. Petrokimia Gresik” mendapatkan laju korosi tertinggi 0,24 mm/years pada course 4 dan terendahnya 0,08 mm/years pada course 5. Pada penelitian yang dilakukan oleh raditya menggunakan produk service 98,5% *Sulfuric Acid* yang memiliki sifat yang korosif. Berdasarkan perbandingan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fluida service dapat mempercepat laju korosi dari material tangki dan berpengaruh terhadap usia pemakaian tangki [8]. Pada penelitian yang dilakukan oleh La Hamdan dkk (2023) dengan judul “Analisis Pengaruh Ketebalan Plat dan Sisa Umur Pada Tangki “X” Akibat Pelapukan Oleh Uap Air Laut Di PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Wayame Kota Ambon” mendapatkan laju korosi tertinggi 0,7 mm/years pada course 4 dan laju korosi terendah 0,1875 pada course 2. Pada penelitian yang dilakukan oleh La Hamdan dkk lokasi tangki berada area laut sehingga faktor kelembapan udara dan kandungan garam yang tinggi dapat mempercepat oksidasi logam yang dapat mempercepat laju korosi pada material tangki [9]. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan berada di kota cepu yang mana kondisi lingkungan dan kelembapan udara tidak mengandung garam sehingga laju korosinya terbilang lambat jika dibandingkan dengan tangki yang berlokasi di dekat laut. Fluida yang ditampung tangki adalah *crude oli* yang lebih tidak korosif jika dibandingkan dengan fluida *Sulfuric Acid* yang bersifat korosif, sehingga laju korosi pada tangki CPU-T-1013/00

memiliki usia pakai lebih lama karena faktor lokasi dan fluida serviceny yang bersifat tidak merusak material.

E. Pemeliharaan Tangki

Pemeliharaan tangki dilakukan sebagai upaya untuk memperlambat proses korosi pada material tangki. Metode *Cathodic Protection* adalah salah satu cara untuk menghambat laju korosi pada tangki CPU-T-1013/00. Metode ini dilakukan dengan cara penyambungan kabel pada salah satu ujung tangki yang sudah disambung dengan anode karbon yang ditanam pada bawah tanah [10]. Selanjutnya metode *coating* adalah salah satu metode untuk menghambat laju korosi bagian luar tangki CPU-T-1013/00. Metode ini dilakukan dengan cara melapisi bagian luar tangki menggunakan cat. Tujuan utama pengecatan ini adalah untuk menahan korosi dari lingkungan sekitar. Pengecatan dilakukan menggunakan cat yang memiliki daya tahan korosi yang baik terutama pada bagian bawah tangki karena lebih cepat mengalami korosi [11]. Selanjutnya metode *cleaning* adalah salah satu metode untuk menghambat laju korosi pada bagian dalam tangki CPU-T-1013/00. Metode ini dilakukan dengan cara mengosongkan seluruh isi tangki kemudian dilakukan pembersihan pada bagian dalam dengan menggunakan *water jet*. Metode ini dilakukan secara berkala akan dapat memperpanjang usia tangki. Tangki pada MGS Menggung sudah dilakukan pemberian *coating* dan dilakukan *cleaning* setiap 5 tahun sekali yang berpengaruh terhadap laju korosi yang cenderung lambat. Namun penulis memberikan saran agar dapat dilakukan pemasangan *cathodic protection* pada tangki CPU-T-1013/00 untuk memperlambat korosi pada tangki agar usia pemakuian lebih lama.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil inspeksi pada tangki CPU-T-1013/00 menggunakan data di lapangan dapat diketahui bahwa tangki CPU-T-1013/00 memiliki *type vertikal, cone roof tank* dengan sambungan jenis *welded*, tinggi 5,5 m dengan jumlah *course* 3, dan menampung fluida *crude oil*. Hasil perhitungan hidrostatis tangki CPU-T-1013/00 menggunakan fluida air dan *crude oil*, menghasilkan tekanan terbesar pada *course* 1 sebesar $51.940 \text{ Pa} = 0,051 \text{ MPa}$ dan *crude oil* = $45.395,56 \text{ Pa} = 0,045 \text{ MPa}$ dengan *allowable stress material course* 1 = $23.600 \text{ lbf/in}^2 = 162,71 \text{ MPa}$ maka tekanan tangki masih diperbolehkan. Hasil perhitungan sisa usia pada tangki, ppada *course* 1 memiliki sisa usia 167,07 tahun, *course* 2 memiliki sisa usia 120,4 tahun, *course* 3 memiliki sisa usia 108,82 tahun. Perhitungan ini berdasarkan data pada tahun 2022. Hasil perhitungan tekanan dan sisa usia pada tangki CPU-T-1013/00 termasuk masih aman untuk 108,82 tahun mendatang yaitu pada tahun 2130. Usia tangki CPU-T-1013/00 termasuk tangki dengan usia pakai lama karena faktor lokasi yang tidak terlalu lembab dan jauh dari laut yang memiliki kandungan garam yang dapat mempercepat korosi, dan fluida yang ditampung oleh tangki tidak bersifat korosif. Pemeliharaan tangki dapat dilakukan menggunakan metode *cleaning, coating, dan cathodic protection* sebagai upaya memperpanjang usia tangki.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Ibrahim and R. W. Ramadhan, "Analisa Laju Korosi Tangki T-03 Kapasitas 35000 M3 Di Perusahaan X," Jurnal Ilmiah Indonesia, vol. 4, no. 2 pp. 86-98, 2019.
- [2] A. Setiawan, E. Lilipaly, E. Effendi and B. Pelasula, "Analisis Ketebalan Dinding Pelat Dan Sisa Umur Pada Tangki 11 – 15000kl Di Pt. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Wayame Kota Ambon," Journal Mechanical Engineering, vol. 1, no. 3, pp.181-185, 2023.
- [3] B. Suroso, "Pengaruh Media Korosif Terhadap Daya Tahan Korosi Tangki Bahan Bakar Dan Minyak Pelumas" Jurnal Pendidikan Matematika dan Terapan, vol. 2, no. 1, pp 26-33, 2023.

- [4] 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.
- [5] Hardiyono, P. Pongky, S. Purwanti, K. Rusba, I. Siboro and H. E. Putri, “Inspeksi Storage Tank Di Pt. Xyz Kota Balikpapan Menggunakan Metode Risk Based Inspection,” *Journal Systems* vol.17, no.9, pp. 2311-2318, 2023.
- [6] G. Rumaday, L. S. Loppies and N. J. M. Nanulaita, “Analisa Penentuan Umur Pakai Tangki Timbun 01-50 Ton Di Pt.Pln (Persero) Uiu Maluku Dan Maluku Utara Kantor Pelayanan Kiandarat,” *Journal Mechanical Engineering*, vol 2, no. 1, pp. 12-20, 2024.
- [7] American Petroleum Institute, 575. 2024 ““Inspection Practices for Atmospheric and Low- Pressure Storage Tanks”
- [8] R. I. Maulana and H.Suharyadi, “Optimalisasi Remaining Life Storage Tank Tk 1401-F Dengan Metode Pengukuran Thickness Di Pt. Petrokimia Gresik.” *Jurnal SNTEM*, vol 2, pp.410-416, 2022.
- [9] L. Hamdan, N. N. Tetelepta and E. Effendi, “Analisis Pengaruh Ketebalan Plat Dan Sisa Umur Pada Tangki “X” Akibat Pelapukan Oleh Uap Air Laut Di Pt. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Wayame Kota Ambon,” *Journal Mechanical Engineering*, vol.1, no. 1, pp.201-208, 2023.
- [10] B. Syahputra, S. J. Sisworo and A. Trimulyono, “Analisa Teknis & Ekonomis Perancangan Sistem Pencegahan Korosi Pada Lambung Kapal, Dengan Variasi Sistem Pencegahan Menggunakan ICCP (Impressed Current Cathodic Protection) Dibandingkan dengan SACP (Sacrificial Anode Cathodic Protection),” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 3, no.2, pp. 247-253, 2015.
- [11] Y.K. Afandi, I. Syarif, and Amiadji, “Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4, no. 1, pp. 1-5, 2015.

Daftar Simbol

P	= Tekanan hidrostatik, Pa
ρ	= Massa jenis fluida, kg/cm ³
g	= Percepatan gravitasi, m/s ²
h	= Tinggi fluida dari bagian bawah sampai batas maksimum di dalam tangki, m
T _{min}	= Tebal minimum pelat yang diperbolehkan, inch
H	= Tinggi fluida per-ring, ft
D	= Diameter tangki, ft
G	= Berat specific gravity, -
S	= <i>Maximum allowable stress</i> , lbf/in ²
E	= Joint efficiency, -
CR	= <i>Corrosion Rate</i> / laju korosi, mm/years
t _{desain}	= Tebal awal pelat, mm
t _{aktual}	= Tebal pelat sekarang, mm
ΔT	= Perbedaan waktu, years
RL	= <i>Remaining Life</i> / sisa usia, years