

ANALISA LAJU KOROSI DAN SISA UMUR TANGKI TIMBUN SOLAR T-106 DI PPSDM MIGAS CEPU

Ronal April Yanto^{1*}, Ferro Aji¹

¹Teknik Mesin Kilang PEM Akamigas, Jalan Gajah Mada No.38, Cepu, Blora, Jawa Tengah

*E-mail: ronalay8899@gmail.com

ABSTRAK

Tangki timbun solar merupakan komponen vital dalam infrastruktur penyimpanan bahan bakar di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM) Migas Cepu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi laju korosi pada tangki timbun solar T-106. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, pengambilan sampel korosi, dan analisis laboratorium guna mengidentifikasi faktor lingkungan seperti kelembaban dan suhu yang memengaruhi korosi. Hasilnya menunjukkan laju korosi sebesar 0,13 mm/tahun pada shell pertama dan 0,08 mm/tahun pada shell kedua, dengan sisa umur masing-masing 41 tahun dan 51 tahun. Pemantauan rutin terhadap ketebalan pelat dan laju korosi disarankan untuk menjaga integritas tangki

Kata kunci: Tangki timbun solar, API 653, tebal minimum *shell*, laju korosi, sisa umur

1. PENDAHULUAN

BBM merupakan komoditas yang tidak bisa kita lepaskan dari kehidupan kita sehari-hari. Penggunaan bahan bakar antara lain untuk sektor transportasi seperti sepeda motor, mobil, kendaraan umum seperti bus, kereta api, kapal laut dan lain lain. Sementara untuk kegiatan usaha tentu saja sangat dibutuhkan sebagai bahan bakar dalam produksi[1]. Tangki timbun (storage tank) adalah tempat penyimpanan yang digunakan pada industri hilir minyak dan gas[2]Tangki penyimpanan atau tangki timbun memiliki risiko kebakaran dan ledakan yang berpotensi menimbulkan kerugian. Kerugian tersebut meliputi kerugian jiwa, kerugian materi, menurunnya produktivitas, gangguan bisnis hingga kerugian sosial[3]. Merupakan infrastruktur yang krusial dalam rantai pasok minyak yang proses pembangunannya memerlukan perancangan sistem yang baik agar dapat dilakukan dengan efisien dan aman[4]. Kondisi dalam tangki seperti suhu, tekanan, dan volume dipantau secara berkala. Alat-alat pengukur seperti sensor level, termometer, dan manometer dipasang untuk memastikan bahwa parameter penyimpanan tetap dalam rentang yang aman[5]. Tangki timbun mempertimbangkan kapasitas penyimpanan, konfigurasi geometris (silinder, persegi, atau bentuk lainnya), serta posisi tangki (vertikal atau horizontal). Ukuran dan bentuk tangki dirancang untuk mengoptimalkan kapasitas penyimpanan dan efisiensi ruang, serta memfasilitasi aliran fluida yang lancar selama pengisian dan pegasongan[6]. Standar API 650 umumnya digunakan untuk tangki atmosferik dan tangki dengan tekanan rendah, dengan tekanan desain maksimum 2,5 psi (17 kPa). Tekanan ini ditentukan berdasarkan tekanan operasi maksimum yang mungkin terjadi selama pengisian, pegasongan, atau ekspansi termal. Jika tekanan lebih tinggi dari batas ini, maka standar API 620 dapat digunakan[7]. Ketebalan dinding dan dasar tangki diperiksa menggunakan alat seperti ultrasonic thickness gauge untuk mendeteksi pengurangan ketebalan akibat korosi.

Pengukuran ini penting untuk memastikan bahwa ketebalan material masih dalam batas aman sesuai dengan desain awal tangki[8]. Lakukan inspeksi visual dan pengujian teknis secara rutin pada tangki, termasuk pengukuran ketebalan dinding, pemeriksaan kondisi sambungan las, dan deteksi kebocoran[9]. Perawatan dan pencegahan masalah pada tangki timbun sangatlah penting untuk menjaga keandalan dan keamanan operasional, menghindari risiko kebocoran, kegagalan struktural, serta potensi dampak negatif terhadap lingkungan. Maka dari itu, perlu dilakukan inspeksi rutin, pemeliharaan berkala, serta penerapan sistem pemantauan dan pengamanan yang ketat sesuai dengan standar dan regulasi yang berlaku. Dengan menerapkan langkah-langkah pencegahan ini, integritas tangki timbun dapat terjaga, dan risiko operasional dapat diminimalkan secara efektif[10]. Adapun maksud dari penelitian adalah untuk mengetahui Penilaian Risiko Korosi dan Sisa Umur Tangki, metode ini direkomendasikan untuk digunakan secara rutin karena dapat memberikan deteksi dini pada titik-titik kerusakan material. Data dari NDT memungkinkan perencanaan pemeliharaan yang lebih tepat waktu dan efektif.

2. METODE

Metode penelitian “Analisa Laju Korosi dan sisa umur Tangki Timbun Solar T-106 di PPSDM Migas Cepu” Mengacu pada serangkaian prosedur sistematis untuk mengukur dan menganalisis derajat korosi pada tangki penyimpanan bahan bakar solar. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mendapatkan data laju korosi yang akurat, mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap korosi, dan memberikan rekomendasi tindakan preventif atau korektif. Cara mengevaluasi tangki timbun solar T-106 dilakukan melalui beberapa Langkah-langkah sebagai berikut pengamatan terhadap tangki untuk mengetahui laju korosi dan sisa umur tangki tersebut. Berikut merupakan macam-macam metode saat melakukan “Analisa Laju Korosi dan sisa umur Tangki Timbun Solar T-106 di PPSDM Migas Cepu” Sebagai berikut:

A. Metode Pengukuran

Dalam penelitian ini, metode pengukuran laju korosi pada tangki penyimpanan bahan bakar solar meliputi survei lapangan, pengambilan sampel korosi, dan analisis laboratorium. Alat utamanya adalah alat pengukur ketebalan ultrasonik, yang dapat secara langsung mendeteksi perubahan ketebalan pelat akibat korosi. Pengukuran ini dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap korosi, seperti kelembaban dan suhu yang diukur di dekat tangki.

B. Metode Titik Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada beberapa titik di bagian *shell* tangki. Dalam penelitian ini, ada dua titik utama pada tangki T-106 yang menjadi fokus pengukuran: *shell* pertama dan *shell* kedua. Setiap titik ini dipantau untuk mengetahui ketebalan pelat yang tersisa, serta untuk menentukan laju korosi yang terjadi pada masing-masing bagian tangki. Berikut Gambar 1. Menunjukkan cara pengukuran setiap *shell* tangki.



Gambar 1. Metode Pengukuran Shell

C. Metode Pengambilan Kesimpulan Pengukuran

Pengukuran ketebalan pada kedua titik shell digunakan untuk menghitung laju korosi dengan membandingkan ketebalan awal dan ketebalan saat ini (ketebalan aktualnya) selama periode waktu tertentu.

D. Perhitungan yang pertama untuk melakukan “Analisa Tingkat Laju Korosi dan sisa umur Tangki Timbun Solar T-106” Sebagai berikut :

- Ketebalan *shell*

Untuk bisa menentukan tebal pelat yang diizinkan pada tangki timbun tersebut, bisa menggunakan rumus dari API 653.

$$T_{\min} = \frac{2,6.(H-1).D.G}{S.E} \quad (1)$$

Pastikan hasil dari perhitungan tebal pelat yang dihitung memenuhi standart desain dan kode keselamatan yang berlaku. Setelah perhitungan Tebal telah dilakukan langsung dilanjutkan perhitungan laju korosi, untuk mengetahui laju korosi terhadap pada tangki.

- Laju Korosi

Untuk menghitung laju korosi kita dapat melakukan dengan menggunakan rumus dari API 653.

$$CR = \frac{t(Desain) - t(aktual)}{\Delta T (years)} \quad (2)$$

Setelah mendapatkan laju korosi nya, selanjutnya kita menghitung remaining life pada tangki, biar kita mengetahui sisa umur pada tangki tersebut. Dan menghitung sisa umur tangki menggunakan rumus API 653.

- Sisa umur

$$RL = \frac{t(min) - t(aktual)}{CR} \quad (3)$$

3. PEMBAHASAN

Tangki timbun solar T-106 yang terletak di PPSDM Migas Cepu memiliki peran dan fungsi yang sangat penting dalam operasional dan penyimpanan serta pengelolaan bahan bakar solar.

A. Data Sheet

Data tangki T-106 yang menggunakan untuk menyimpan solar yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Data Spesifikasi Tangki T-106

<i>Tank NO</i>	T-106
<i>Type roof of tank</i>	Cone Roof
<i>Product Service</i>	Solar
<i>Networking capacity</i>	78,691 liters
<i>Nominal Diameter</i>	6,095 mm
<i>Tank Height</i>	2,750 mm
<i>Maximum filling height</i>	2,700 mm
<i>Liquid Specific gravity</i>	0,81
<i>Design/ Operating Temperatur</i>	35 °C
<i>Design flash point</i>	38 °C
<i>Design/ Operating pressure</i>	1 ATM
<i>Material</i>	Appendix M
<i>Shell Plate</i>	Course 1-2
<i>Roof Plate</i>	Unknow
<i>Roof Plate Thickness</i>	3,8 mm
<i>Shell Plate Thickness 2017</i>	
<i>Course 1</i>	6,4 mm
<i>Course 2</i>	4,7 mm
<i>Manhole (M)</i>	
<i>Diameter Shell Manhole</i>	20 in
<i>Diameter Roof Manhole</i>	20 in
<i>Nozzle (N)</i>	
<i>Diameter Shell Nozzle</i>	2 in
<i>Shell Plate Thickness 2023</i>	
<i>Course 1</i>	5,6 mm
<i>Course 2</i>	4,2 mm

B. Perhitungan Tebal Shell

Dalam penelitian ini, perhitungan tebal shell dilakukan untuk memastikan bahwa ketebalan pelat pada tangki timbun T-106 memenuhi standar keamanan dan desain yang diperlukan untuk menahan tekanan internal serta beban solar yang disimpan. Perhitungan tebal minimum pelat (Tmin) dilakukan dengan menggunakan parameter seperti diameter tangki (D), berat jenis solar (G), tinggi cairan (H), efisiensi sambungan (E), dan tegangan maksimum yang diizinkan (S), sesuai dengan ketentuan standar API seperti pada Pers. (1).

Perhitungan Tebal minimum pada Shell pertama

D = 6,096 mm

G = 0,910

$$\begin{aligned} H &= 8,810 \\ E &= 0,7 \\ S &= 23600 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$t \text{ (min)} = \frac{2,6 (8,86 - 1) \times 6,096 \times 0,810}{236000 \times 0,7}$$

$$T \text{ (min)} = 0,006 \text{ inchi} = 0,15\text{mm}$$

Perhitungan Tebal minimum pada Shell kedua

$$\begin{aligned} D &= 6,096 \text{ mm} \\ G &= 0,810 \\ H &= 4,35 \\ E &= 0,7 \\ S &= 23600 \end{aligned}$$

$$t \text{ (min)} = \frac{2,6 (4,35 - 1) \times 6,096 \times 0,810}{236000 \times 0,7}$$

$$T \text{ (min)} = 0,002 \text{ inchi} = 0,06 \text{ mm}$$

Pada shell pertama, tebal minimum yang diperlukan adalah 0,15 mm, sedangkan pada shell kedua diperlukan tebal minimum 0,06 mm. Perhitungan ini memperhitungkan variasi tekanan yang dihasilkan oleh ketinggian cairan dan berat jenis solar, yang berpotensi memberikan beban lebih besar pada bagian bawah tangki. Oleh karena itu, perbedaan ketebalan pada tiap course shell bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan material dan memastikan keamanan struktural tangki. Tabel 2 adalah tebal minimum pada shell.

Tabel 2. Tebal minimum pada shell

SHELL	T _{min} (inch)	T _{min} (mm)
1 st	0,006	0,15
2 nd	0.002	0,06

C. Perhitungan Laju korosi pada shell pertama dan kedua

Perhitungan laju korosi pada tangki timbun T-106 bertujuan untuk mengukur kecepatan pengurangan ketebalan pelat (shell) akibat paparan lingkungan dan kandungan kimia dalam solar yang disimpan. Laju korosi dihitung menggunakan perbedaan ketebalan pelat antara dua titik waktu, yaitu tahun 2017 dan 2023, dengan Pers. (2).

Laju Korosi pada Shell pertama

$$\begin{aligned} T_{\text{previous}} &= 6,4 \text{ mm} \\ T_{\text{aktual}} &= 5,6 \text{ mm} \\ \Delta T &= 2023-2017 \end{aligned}$$

$$CR = \frac{6,4 - 5,6}{6}$$

$$CR = 0,13 \text{ mm/year}$$

Laju Korosi pada Shell kedua

$$T_{\text{previous}} = 4,7 \text{ mm}$$

$$T_{\text{aktual}} = 4,2 \text{ mm}$$

$$\Delta T = 2023-2017$$

$$CR = \frac{4,7 - 4,2}{6}$$

$$CR = 0,08 \text{ mm/year}$$

Pada tahun 2017 menunjukkan bahwa *shell* pertama memiliki ketebalan awal sebesar 6,4 mm, sementara *shell* kedua memiliki ketebalan 4,7 mm. Pada tahun 2023, ketebalan aktual tercatat menurun menjadi 5,6 mm untuk *shell* pertama dan 4,2 mm untuk *shell* kedua. Berdasarkan data ini, diperoleh laju korosi pada *shell* pertama sebesar 0,13 mm/tahun dan pada *shell* kedua sebesar 0,08 mm/tahun.

Tabel 3. Laju korosi pada *shell*

Komponen	Laju korosi
<i>Shell</i>	2023-2017 = 6 year
1 st	0,13 mm/year
2 nd	0,08 mm/year

Jadi, laju korosi pada *shell* pertama adalah 0.13 mm/tahun. Sedangkan *shell* kedua laju korosi pada *shell* kedua adalah 0.08 mm/tahun. Dalam analisa ini, laju korosi dihitung dengan membandingkan ketebalan pelat sebelumnya (T_{previous}) dengan ketebalan aktual (T_{aktual}) selama selang waktu tertentu (ΔT). Hasilnya memberikan laju korosi dalam satuan mm/tahun, yang menunjukkan tingkat pengurangan ketebalan pelat akibat korosi pada *shell* pertama dan kedua.

D. Perhitungan Sisa umur Tangki

Perhitungan sisa umur tangki bertujuan untuk memperkirakan waktu operasional yang tersisa sebelum pelat tangki T-106 mencapai batas ketebalan minimum yang masih aman. Dengan mengetahui sisa umur, dapat direncanakan tindakan preventif untuk mencegah kerusakan akibat korosi yang berpotensi mengganggu operasional dan mengancam keselamatan.

Sisa umur pada *Shell* pertama

$$T_{\text{aktual}} = 5,6 \text{ mm}$$

$$T_{\text{min}} = 0,155$$

$$CR = 0,13$$

$$CR = \frac{5,6 - 0,15}{0,13}$$

$$CR = 40,8 \text{ year}$$

Sisa umur pada *Shell* kedua

$$T_{\text{aktual}} = 4,2 \text{ mm}$$

$$T_{\text{min}} = 0,066$$

$$CR = 0,08$$

$$CR = \frac{4,2 - 0,06}{0,08}$$

$$CR = 49,6 \text{ year}$$

Berdasarkan Pers. (3), sisa umur pada *shell* pertama adalah sekitar 41 tahun, dengan ketebalan aktual 5,6 mm dan laju korosi sebesar 0,13 mm/tahun. Sementara itu, sisa umur pada *shell* kedua mencapai sekitar 51 tahun, dengan ketebalan aktual 4,2 mm dan laju korosi sebesar 0,08 mm/tahun. Perbedaan sisa umur ini mengindikasikan bahwa shell pertama mengalami laju korosi yang lebih cepat, sehingga memerlukan pemantauan yang lebih intensif.

Tabel 4. Sisa umur pada *shell*

SHELL	UMUR
1 st	41,9 Tahun
2 nd	51 Tahun

4. SIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan mengevaluasi laju korosi pada tangka timbun solar T-106 di pusat PPSDM Migas Cepu berdasarkan metologi yang meliputi survei lapangan, pengambilan data. Tangki timbun yang dengan kapasitas 78 kl, penelitian mengetahui bahwa laju korosi pada tangki T-106 berbeda antara bagian shell pertama dan kedua, laju korosi pada shell pertama 0,13 mm/tahun sedangkan shell kedua 0,08 mm/tahun. Sedangkan ketebalan pelat dan sisa umur tangki menunjukkan bahwa ketebala course pertama adalah 0,15 mm dan course kedua 0,67 mm. Bedsarkan korosi yang terukur, sisa umur tangki adalah 41 tahun pada shell pertama dan shell kedua 51 tahun. Disarankan untuk melakukan pemantauan rutin terhadap ketebalan pelat dan laju korosi untuk memastikan intergritas tetap terjaga.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. Cantika, L. D. Fathimahhayati, dan T. A. Pawitra, "Penilaian Risiko K3 pada Pengaliran BBM ke Tangki Timbun dengan Menggunakan Metode HAZOP dan FTA," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 8, no. 1, hlm. 67–74, Jun 2022, doi: 10.30656/intech.v8i1.4640.
- [2] "7. ANDI TENRI WEWANG FIX".
- [3] D. N. Haqi, "NALISIS POTENSI BAHAYA DAN RISIKO TERJADINYA KEBAKARAN DAN LEDAKAN DI TANGKI PENYIMPANAN LPG PERTAMINA PERAK SURABAYA," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 7, no. 3, hlm. 321, Jan 2019, doi: 10.20473/ijosh.v7i3.2018.321-328.
- [4] M. Ibnu Khaldun dan F. Muhamad Ibnu Khaldun, "ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI SISTEM PEMBANGUNAN TANGKI MINYAK PADA KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY UNIT III PLAJU."
- [5] A. A. Kharisma, A. F. Givari, dan I. S. Mulyana, "DESAIN DAN ANALISIS KEKUATAN TANGKI FIRE WATER STORAGE TANK TIPE FIX CONE ROOF KAPASITAS 1500 KL DENGAN PERHITUNGAN AKTUAL DAN SIMULASI SOFTWARE," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 26, no. 1, hlm. 69–78, 2021, doi: 10.35760/tr.2021.v26i1.3692.
- [6] D. Pekerjaan Umum, "PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM PEDOMAN TEKNIS PENYUSUNAN RENCANA INDUK SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN."

- [7] D. V Swenson dan D. L. Fenton, “Frangible Roof Joint Behavior of Cylindrical Oil Storage Tanks Designed to API 650 Rules,” 1996. [Daring]. Tersedia pada: <https://pressurevessel-tech.asmedigitalcollection.asme.org>
- [8] S. Nurbayanah, J. W. Soedarsono, B. Munir, dan M. Mahendra, “Implementasi Metode Risk Based Inspection pada Storage Tank di PT. ABC dalam Penentuan Interval dan Metode Inspeksi,” *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, hlm. 317–328, Jan 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i1.1088.
- [9] A. F. Rozie, “REMAINING LIFE ASSESSMENT DAN KASUS LAJU KOROSI PADA LPG STORAGE TANK KAPASITAS 50 TON,” *JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 1, no. 2, hlm. 96–106, Okt 2020, doi: 10.37373/msn.v1i2.26.
- [10] “OPTIMALISASI PERAWATAN TANGKI BALLAST UNTUK MENCEGAH TERJADINYA KOROSI DAN CARA PENCEGAHANNYA SKRIPSI.”

Daftar Simbol

T	=	Tebal pelat, (inch)
D	=	Diameter Tangki
H	=	Tinggi tingkatan sampai dengan tinggi cairan, feet
G	=	Berat jenis liquid
E	=	Joint efficiency
S	=	Maksimum allowable stress dalam lbf/in ² sesuai dengan API section 4.3 adalah 21.000 lbf/in ² psi
T(Desain)	=	Tebal awal pelat
T(Actual)	=	Tebal pelat sekarang
CR	=	Corrosion rate
RL	=	Remaining life
ΔT	=	Perbedaan waktu
Tmin	=	Tebal minimum