

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN UMUR PAKAI PADA TANGKI BAJA
DI PLTD NAMLEA KABUPATEN BURU**

Herjuno Tri Narpati¹⁾, Erwin B. Pattikayhatu²⁾, Leslie S. Loppies³⁾,
H. S. Latumaerissa⁴⁾ Sanny Hahury⁵⁾

^{1,3)} Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas, Politeknik Negeri Ambon

³⁾ Prodi Teknik Produksi Migas Politeknik Negeri Ambon

⁴⁾ Prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

⁵⁾ Universitas Muhammadiyah Sorong

Tritot210103@gmail.com, aer.pattikayhatu@gmail.com, leslieloppies@gmail.com,
hslatumaerissa@gmail.com, sanny0577.sh@gmail.com

Abstract

Storage tanks or more commonly known as storage tanks are one of the units or equipment used to store fuel. One industry that uses this equipment is the Namlea PLTD located in Buru Regency. The type used is Fixed Cone Roof Tank, to accommodate fuel that will be supplied to the power plant engine (Diesel Engine). The service life of the tank is ± 5 years, but based on field observations it appears that there is corrosive on the surface of the tank which is quite fast. With regard to that, the purpose of this study is to calculate the corrosion rate and corrosion hazard during the general period of use. The method used in data collection is field observation by measuring plate thickness using Ultrasonic Thickneiss Gauge. Furthermore, the measurement results were analyzed using API 563 standard to calculate the corrosion rate.

The results showed that the corrosion rate on the tank blanket (shell) at the first level was 0.9 mm/year, the second level was 0.6 mm/year, the third level was 0.88 mm/year, the fourth level was 0.9 mm/year, and the fifth level was 0.85 mm/year. Then the remaining life for shell parts at the first level is 6 years, the second level is 7.6 years, the third level is 7.8 years, the fourth level is 7.9 years, the fifth level is 9 years. The results of data processing show that the 300 KL diesel tank is still feasible to operate in Namlea PLTD Buru Regency.

Keywords: Fixed Cone Roof Tank, standard, thickness, corrosion rate

Abstrak

Storage tank atau yang lebih sering dikenal dengan tangki penyimpanan merupakan salah satu unit atau peralatan yang digunakan untuk menimbun bahan bakar. Salah satu industri yang menggunakan peralatan ini adalah PLTD Namlea yang berlokasi di Kabupaten Buru. Jenis yang digunakan adalah Fixed Cone Roof Tank, untuk menampung bahan bakar yang akan disuplai ke mesin pembangkit listrik (Engine Diesel). Umur pakai tanki saat ± 5 tahun, namun berdasarkan hasil observasi lapangan terlihat terdapat korosi pada permukaan tanki yang cukup cepat. Berkenaan dengan itu, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung laju korosi dan bahaya korosi selama kurun waktu umum pakai. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah Observasi lapangan dengan pengukuran ketebalan plat menggunakan Ultrasonic Thickneiss Gauge. Selanjutnya hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan standar API 563 untuk menghitung laju korosi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa corrosion rate pada bagian selimut tangki (shell) di tingkat pertama yakni 0,9 mm/year, tingkat kedua 0,6 mm/year, tingkat ketiga 0,88 mm/year, tingkat ke empat 0,9 mm/year, dan tingkat ke lima 0,85 mm/year. Kemudian remaining life untuk bagian shell di tingkat pertama 6 tahun, tingkat kedua 7,6 tahun, tingkat ketiga 7,8 tahun, tingkat keempat 7,9 tahun, tingkat kelima 9 tahun. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa tangki solar 300 KL masih layak untuk beroperasi di PLTD Namlea Kabupaten Buru

Kata Kunci: Fixed Cone Roof Tank, standar, Ketebalan, corrosion rate

PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi memegang peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara. Peralatan seperti tangki penimbun, bejana bertekanan, peralatan putar, dan lainnya sangat vital dalam proses produksi industri ini. Umur layan dari peralatan-peralatan ini biasanya sudah direncanakan untuk beberapa tahun, namun perlu dilakukan perbaikan secara berkala agar tetap berfungsi dengan baik meskipun umur desainnya masih panjang. Evaluasi ulang terhadap kelayakan peralatan fasilitas perminyakan yang telah beroperasi cukup lama merupakan hal yang sangat penting (Syuhada et al., 2020).

Menurut Patrick (2001), Maintenance adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki, melakukan penyesuaian, atau pergantian yang di perlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada.

Perawatan atau maintenance merupakan serangkaian kebijakan yang diperlukan untuk mempertahankan atau mengembalikan suatu barang dalam keadaan operasional yang efektif. Apalagi di sektor industri minyak dan gas bumi, dengan teknologi canggih yang digunakan untuk proses eksplorasi dan eksploitasi tentunya membutuhkan proses perawatan yang akurat sehingga penggunaan peralatan menjadi semakin efektif dan efisien.

Pada penelitian akan dilakukan maintenance terhadap tangki solar sehingga kita dapat mengetahui keadaan alat baik dari perawatan dan juga pemeliharaan alat agar tetap efektif yang dilakukan diperusahaan yang ditempati untuk meneliti. Hal ini yang menjadi alasan penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “PENGARUH LAJU KOROSI DAN UMUR PAKAI TERHADAP TANGKI BAJA DI PLTD NAMLEA”. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi PLTD namlea agar bisa merawat dengan benar guna memperpanjang masa tangki.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tangki

Storage tank atau yang lebih sering dikenal dengan tangki penyimpanan merupakan salah satu unit atau peralatan yang terdapat dalam bidang rekayasa proses baik dalam skala kecil, menengah ataupun industri besar. Alat ini banyak ditemukan di industri kimia seperti industri oil and gas, petrokimia, polimer, dan yang lainnya. Selain menjadi tempat penyimpanan, tanki juga mempunyai peran untuk menjaga kelancaran ketersediaan produk dan bahan baku serta dapat menjaga produk atau bahan baku dari kontaminan, yang dimana zat kontaminan tersebut dapat menurunkan kualitas dari produk atau bahan baku. Jenis Tangki Storage tank atau tangki penyimpanan dapat memiliki bermacam-macam bentuk dan tipe, masing-masing tipe memiliki kelebihan dan kekurangan serta kegunaan masing-masing. Berdasarkan tekanannya, secara umum tangki penyimpanan dapat di bagi menjadi dua bila diklasifikasikan, yaitu: atmospheric tank (tangki dengan bertekanan rendah) dan pressure tank (tangki dengan kemampuan menyimpan bahan baku yang bertekanan uap lebih dari 11,1 psi) (Alida, R., & Anjastara, A. P. , 2020).

B. Jenis - Jenis Tangki

Storage tank atau tangki timbun dapat memiliki berbagai macam bentuk dan tipe. Tiap tipe memiliki kelebihan dan kekurangan serta kegunaannya sendiri.

a) Berdasarkan Letaknya

- **Aboveground Tank**

Yaitu tangki penimbun yang terletak di atas permukaan tanah. Tangki ini sering dipergunakan untuk menyimpan minyak (*fuel oil*) dan cairan yang mengandung *chemical*.

- **Underground Tank**

Yaitu tangki penimbun yang terletak di bawah permukaan tanah. Tangki ini pada umumnya dipergunakan untuk menyimpan bahan bakar minyak (BBM) di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).

b) Berdasarkan Bentuk Atapnya

Berdasarkan bentuk atapnya, tangki akan terbagi menjadi beberapa tipe.

- *Fixed Roof Tank*
Tangki jenis *fixed roof tank* adalah tangki silinder dengan konfigurasi atapnya bersatu dengan dindingnya. Dari bentuk roofnya dapat berbentuk *cone* (kerucut), atau *dome* (kubah).
 - *Cone Roof*
Jenis tangki penyimpanan ini paling sering digunakan untuk menyimpan fluida yang tidak terlalu volatil. mempunyai kelemahan, yaitu terdapat vapor space antara ketinggian cairan dengan atap..
 - *Supported Cone Roof Tank*
Suatu atap yang berbentuk menyerupai konus dan ditumpu pada bagian utamanya dengan rusuk di atas balok penopang ataupun kolom, atau oleh rusuk di atas rangka dengan atau tanpa kolom. Pelat atap didukung oleh rafter pada girder dan kolom atau oleh rangka batang dengan atau tanpa kolom.
 - *Self-Support Cone Roof Tank*
Atap yang berbentuk menyerupai konus dan hanya ditopang pada keliling konus.
 - *Dome Roof*
Atap yang dibentuk menyerupai permukaan bulatan dan hanya ditopang pada keliling kubah yang biasanya digunakan untuk menyimpan cairan kimia yang bersifat volatil pada tekanan rendah. Tutup tangki jenis ini berbentuk cembung.
 - *Floating Roof Tank*
Yaitu tangki dengan atap terapung, atap tangki dapat bergerak keatas dan kebawah sesuai dengan tinggi permukaan cairan di dalam tangki pada saat itu. Disekeliling atap tangki di lengkapi dengan perapat (*seal*) untuk menahan uap minyak yang keluar melalui sela-sela diantara atap dengan dinding tangki.
- c) Berdasarkan Tekanannya (*Internal Pressure*)
- Tangki terdiri dari beberapa tipe berdasarkan tekanan yang akan diterima.
1. Tangki Atmosferik
Terdapat beberapa jenis tangki timbun tekanan rendah, yaitu:
- *Fixed Cone Roof Tank*
Digunakan untuk menimbun atau menyimpan berbagai jenis fluida dengan tekanan uap rendah atau sangat rendah (mendekati atmosfer) atau dengan kata lain fluida yang tidak mudah menguap
 - *Umbrella Tank*
Memiliki kegunaan yang sama dengan *fixed cone roof tank*. Bedanya adalah bentuk atapnya yang melengkung dengan titik pusat berada di puncak tangki
 - *Fixed Dome Roof*
Tangki yang biasanya digunakan untuk menyimpan bahan kimia yang mempunyai kualifikasi tekanan dalam penyimpanan, dapat menggunakan tangki bertekanan (*pressure tank*).

C. Standar Tangki Timbun

Berikut ketentuan standar tangki timbun sesuai yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pertahanan No. 8 Tahun 2019, yaitu:

1. Pendam simpan paling sedikit kapasitas 15000/15 (lima belas per lima belas) ton.
2. Ketebalan tangki.
3. Tangki timbun dianjurkan menggunakan peralatan yang sudah beredar di Indonesia dan penggunaannya sudah mendapat izin usaha dari Dinas Pertambangan.
4. Bahan tangki dari plat baja yang dapat dilas dengan baik, mengandung tidak lebih dari 0,02% karbon, 0,06% sulfur, atau 0,0605 phosphor.

5. Selain plat baja, bahan tangki memungkinkan terbuat dari serat plastik yang dipertebal atau material lain yang didesain, difabrikasi, dan diuji berdasarkan standar dan ketentuan peraturan perundang-undangan.
6. Tangki dilengkapi dengan *manhole* berdiameter paling kecil 8 inchi, harus ber dinding ganda untuk pelindung dengan tujuan jika terjadi kebocoran BBM tetap di lokasi tersebut, terbuat dari bahan lembaran HDPE sebagai *Geomembran*, serat plastik yang dipertebal, atau material lain yang didesain, difabrikasi, dan diuji berdasarkan standar dan ketentuan perundang-undangan.
7. Tangki dapat berbentuk silinder panjang dengan dibuat memanjang ke atas, dibentuk sesuai dengan gambar konstruksi dan dipres, serta tidak dibenarkan dibentuk dengan beberapa segmen datar, kemudian plat datar dibentuk dengan cara dirol sehingga merupakan Tembereng.
8. Pipa hawa (*vapor velve*) berdiameter 2 inci, tinggi 4 meter, dengan saringan gas untuk solar dan PV valve untuk bensin atau High Grade Gasoline.
9. Pipa penyalur berdiameter paling kecil 2 inci untuk mengembalikan uap BBM ke mobil tangki.
10. Pipa curah (*discharged pipe*) berdiameter 3 inci atau 4 inchi untuk setiap tangki lengkap dengan saringan dan *quick coupling* atau *tide seal* yang di ditempatkan di dalam tempat lubang.
11. Sebuah dip pipa berdiameter 1,25 inchi dan gas pipa penghubung 2,0 inchi lengkap dengan rumah tongkat ukur. Pipa untuk tongkat ukur diletakan 10 cm dari dasar tangki.
12. Pipa hisap atau pipa tekan thermoplastic dilengkapi katup buka, katup segitiga, dan katup datar.
13. Tangki dan pompa, serta kanopi masing-masing dilengkapi kabel pentanahan (*grounding cable*) menggunakan kabel tembaga lilit BC 25 dan titik arde harus mencapai permukaan tanah.
14. Tangki dihubungkan lempengan plat tebal 6 mm untuk jepitan arde dari mobil tangki.
15. Seluruh tangki harus dilindungi dari kemungkinan terjadinya korosi dengan pelapis dan harus diuji dengan standar yang berlaku.

D. Standar Acuan Tangki

Acuan dalam pembuatan atau desain tangki timbun, yaitu menurut standar American Petroleum Institute (API) sebagai berikut:

1. API 620 adalah standard untuk desain dan konstruksi tangki timbun yang terbuat dari baja, yang dilas serta digunakan diatas permukaan tanah dan untuk operasi bertekanan rendah.
2. API 650 adalah standard untuk material, desain, fabrikasi, pembangunan dan inspeksi serta pengujian tangki timbun yang berbentuk silindris vertikal dengan atau tanpa tutup, dioperasikan diatas permukaan tanah untuk menimbun minyak bumi dan bahan bakar lainnya, pada tekanan kerja yang mendekati tekanan atmosfer (tekanan internal tidak melebihi berat tutup), ataupun tekanan yang lebih tinggi asalkan memenuhi persyaratan khusus. Standard ini hanya berlaku bagi tangki dengan pelat dasar tertopang seluruhnya secara merata dan bagi tangki yang tidak didinginkan serta bersuhu kerja hingga 90 °C (200 °F).
3. API 651 adalah standard untuk perlindungan katodik bagi tangki timbun petroleum yang dibangun di atas permukaan tanah.
4. API 653 adalah standard untuk perbaikan, perubahan dan rekonstruksi tangki timbun.
5. API 575 adalah standard untuk inspeksi tangki timbun yang bertekanan rendah.

E. Korosi

Menurut Uhlig dan Revie, dalam buku mereka yang berjudul “*Corrosion and Corrosion Control*”. Korosi ialah proses destruktif yang melibatkan interaksi antara logam atau material lainnya dengan lingkungan dimana material tersebut terpapar. Sedangkan menurut Fontana dan Greene, dalam bukunya yang berjudul “*Corrosion Engineering*,” mendefinisikan korosi sebagai proses degradasi material yang

disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia antara material dan lingkungan. Jadi para ahli menekankan pentingnya pemahaman mekanisme korosi, kondisi lingkungan yang memicunya, serta strategi pencegahan dan pengendalian yang efektif untuk material baja terutama pada tangki.

F. Jenis – Jenis Korosi

Terdapat beberapa jenis korosi yang bisa terjadi tergantung dengan faktor-faktor pendukung seperti lingkungan, sifat material dan kondisi operasional, maka dengan itu ada perbedaan jenis utama pada korosi yaitu :

- a) Korosi Elektrokimia atau Korosi Seragam
Korosi elektrokimia, juga dikenal sebagai korosi seragam, adalah jenis korosi yang merata di seluruh permukaan logam. Proses ini terjadi karena reaksi oksidasi-reduksi di mana logam mengalami oksidasi, melepaskan elektron
- b) Korosi Berpori atau Korosi Tegang
Korosi berpori adalah jenis korosi yang terjadi pada logam yang terpapar lingkungan yang cenderung membentuk lapisan oksida.
- c) Korosi Bercabang atau Korosi Galvanik
Korosi bercabang terjadi ketika dua logam yang berbeda berada dalam kontak langsung di lingkungan yang mengandung elektrolit.
- d) Korosi Terpencil Atau Korosi Fokal
Korosi terpencil terjadi ketika korosi terjadi hanya pada area tertentu pada permukaan logam, sementara sebagian besar permukaan tetap terlindungi.

G. Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan di mana logam tertentu memburuk dalam lingkungan tertentu. Tingkat, atau kecepatan, tergantung pada kondisi lingkungan serta jenis dan kondisi logam.

Tingkat korosi biasanya dihitung menggunakan mil per tahun. Dengan kata lain, laju korosi didasarkan pada jumlah milimeter (seperseribu inci) yang ditembus setiap tahun. Untuk menghitung laju korosi, ada beberapa informasi yang harus anda ketahui:

- a. Penurunan berat logam selama periode waktu yang di tentukan
- b. Kepadatan logam (densitas)
- c. Tebal baja/logam
- d. Waktu umur logam

Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau miffil/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 1 – 200 mpy.

H. Faktor – Faktor Mempengaruhi Laju Korosi

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi laju korosi:

- a) Kontak langsung logam dengan oksigen dan air
Korosi besi terjadi apabila terdapat oksigen dan air. Semakin banyak jumlah oksigen dan air yang kontak dengan logam, maka korosi akan semakin cepat terjadi
- b) Keberadaan zat pengotor
Contoh zat pengotor yang bisa mempengaruhi korosi adalah debu karbon hasil pembakaran. Semakin banyak zat pengotor pada permukaan logam, maka korosi akan lebih mudah terjadi.
- c) Keberadaan elektrolit
Jika suatu lingkungan mengandung elektrolit tinggi, ini akan mempercepat terjadinya korosi. Contohnya pada lingkungan air laut yang membuat kapal karam mengalami korosi.
- d) Suhu
Suhu panas akan meningkatkan energi kinetik partikel yang memicu terjadinya korosi. Contoh korosi akibat suhu tinggi adalah knalpot kendaraan bermotor. Suhu jarang mempengaruhi logam yang ada di

lingkungan rumah, karena butuh suhu yang sangat tinggi untuk menghasilkan korosi akibat suhu.

e) pH

Larutan asam atau yang memiliki pH lebih kecil dari 7 mampu membuat korosi lebih cepat terjadi dibandingkan larutan yang tidak asam.

f) Mikroba

Terdapat beberapa jenis mikroba yang bisa menyebabkan korosi jika terdapat di permukaan logam, contohnya *Thiobacillus thiooxidans* dan *Thiobacillus ferrooxidans*.

g) Jenis Logam

Logam murni biasanya lebih tahan korosi dibandingkan dengan logam campuran. Logam campuran yang paling tahan korosi adalah *stainless steel*. *Stainless steel* banyak digunakan sebagai peralatan sehari-hari, mulai dari peralatan memasak, hingga peralatan medis.

I. NonDestructive Testing (NDT)

Merupakan suatu metode untuk pengujian dan juga analisis untuk memeriksa kualitas suatu bahan atau komponen masih bagus atau tidak tanpa harus merusak komponen tersebut (Dwivedi, S. K., Vishwakarma, M., & Soni, A. 2018). Alat yang digunakan dalam metode penelitian ini adalah *Ultrasonick thickness gauge*.

J. Ultrasonic Thickness Gauge

Pengukur ketebalan *ultrasonik* adalah alat ukur untuk penyelidikan non-destruktif ketebalan material menggunakan gelombang *ultrasonik*. Penggunaan pengukur ketebalan *ultrasonik* untuk pengujian non-destruktif untuk memeriksa sifat material seperti pengukuran ketebalan, teratur di semua bidang pengukuran industri. Kemampuan untuk mengukur pengukuran ketebalan tanpa memerlukan akses ke kedua sisi benda uji, menawarkan teknologi ini banyak kemungkinan aplikasi. Pengukur ketebalan cat, pengukur ketebalan lapisan ultrasonik, pengukur ketebalan digital dan banyak lagi pilihan tersedia untuk menguji plastik, kaca, keramik, logam dan bahan lainnya. Seiring dengan ketebalan lapisan, ini banyak digunakan untuk ketebalan kaca, kayu, dan plastik dan juga berfungsi sebagai peralatan pengujian.

Prinsip *Ultrasonic Thickness Gauge* adalah pantulan pulsa ultrasonik. Pulsa itu dipantulkan kembali ke probe ketika pulsa ultrasonik yang dikirim oleh probe mencapai interface material melalui obyek yang diuji. Kita bisa mendapatkan ketebalan bahan yang diukur berdasarkan waktu akurat bahwa transit ultrasonik dalam material. seri seri *Ultrasonic Thickness Gauge* adalah alat uji non-destruktif yang terintegrasi dengan elektronik ilmiah dan teknologi pengukuran modern.

K. Kelebihan dan Kekurangan

Adapun kelebihan dalam menggunakan metode ultrasonik :

1. Dapat melakukan pemeriksaan dari satu sisi
2. Terdiri dari peralatan yang portabel dan ringan
3. Tidak akan menimbulkan terjadinya bahaya radiasi
4. Dapat digunakan dalam memeriksa benda yang panjang dan tebal
5. Terdapat scanning yang memiliki tingkat kecepatan yang tinggi

Selain kelebihannya, ada juga beberapa kekurangan dalam menggunakan metode ultrasonik yaitu:

1. Dapat terjadi non relevant indications akibat adanya komponen cacat-cacat yang membentuk sudut serta adanya pantulan.

L. Perhitungan Sisa Umur Tangki (Remaining Life)

Remaining life assessment adalah suatu upaya untuk mengukur serta memperkirakan sisa umur suatu alat seperti tangki penimbun. Dengan mengetahui sisa umurnya, maka teknisi dapat merencanakan penggantian atau perbaikan terhadap peralatan tersebut.

Perhitungan sisa umur pakai tangki ini juga bertujuan untuk bisa memperoleh data mengenai tebal media plat yang diizinkan, Dalam standar API 653 perhitungan remaining life tangki dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\text{Remaining life (sisa umur pakai)} = \frac{t_{\text{actual}} - t_{\text{minimum}}}{\text{corosion rate}} \text{ inch (mm)/years} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana ;

t_{aktual} : ketebalan (dalam inci atau mm), yang diukur pada waktu inspeksi

t_{prev} : tebal awal pemasangan

T_{min} : tebal minimum yang dipersyaratkan

M. Inspeksi

Inspeksi adalah pemeriksaan secara detail dan cermat terhadap suatu objek apakah sesuai atau tidak dengan aturan dan standar yang telah ditetapkan. Metode Inspeksi adalah suatu cara/metode dalam mendapatkan suatu nilai/informasi mengenai kondisi alat yang diinspeksi. Metode inspeksi biasanya berupa NDE (Non Destructive Examination), misalnya ultrasonic thickness measurement, radiography, magnetic particle test, liquid penetrant test, dll.

N. Design Shell Thickness

Design Shell Thickness merupakan batas ketebalan minimum dari suatu tangki untuk keamanan proses operasi. Ketebalan tangki minimum dipengaruhi oleh tekanan pada proses operasi, kekuatan material dan diameter luar tangki dirumuskan sebagai berikut:

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

Dimana

T_{min} = tebal minimum pelat yang diterima, dalam inchi atau mm. Untuk perhitungan diatas bagaimanapun tebal minimum tiap masing-masing course/ tingkatan tidak boleh kurang dari 0,1 inchi (2,54 mm)

2,6 = Nilai Konstant Faktor Desain

D = diameter tangki, dalam inchi atau mm

H = tinggi course tangki dari dasar tangki, dalam inchi atau mm

G = Spesific gravity dari isi tangki

S = Maksimum tegangan yang diperbolehkan dalam lbf/in² 2-1

E = angka joint efisiensi

O. Corrosion Rate

Laju korosi dari sebuah tangki dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan ketebalan awal-ketebalan akhir / tahun inspeksi awal – tahun inspeksi akhir. Berikut merupakan rumus dalam menentukan laju korosi. Dalam standar API 653 perhitungan laju korosi tangki dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Rumus Perhitungan *Corrosion Rate* :

$$\text{Corrosion rate (Laju Korosi)} = \frac{t_{\text{previos}} - t_{\text{aktual}}}{\text{interval inspection}} \text{ inch (mm)/years} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

t_{aktual} : ketebalan (dalam inci atau mm), yang diukur pada waktu inspeksi

t_{prev} : tebal awal pemasangan

interval inspection : interval waktu antar inpeksi sebelumnya sama actual.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan penelitian mengenai umur pakai dan laju korosi pada tangki timbun meliputi:

1. Besar ketebalan minimum tangki.
2. Umur pakai dan laju korosi

A. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan tiga teknik pengumpulan data, yakni:

1. Observasi, yakni turun langsung ke lapangan untuk mendapatkan data/sampel yang digunakan dalam penelitian.
2. Wawancara, informasi utama yang ahli dalam bidang tangki timbun dalam pekerjaan yang diteliti.
3. Studi kepustakaan, didapat dari buku-buku dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk pengembangan penelitian ini.

B. Teknik Pengumpulan Data

Semua data yang diperoleh melalui observasi, wawancara dan studi kepustakaan/kajian literatur kemudian diolah dan diproses guna mendapatkan hasil yang sesuai dalam penelitian ini:

1. kerangka berpikir.
2. hipotesis H_0 = laju korosi dan ketebalan plat mempengaruhi umur pakai pada tangki timbun.
3. hipotesis H_1 = laju korosi dan ketebalan plat tidak mempengaruhi umur pakai pada tangki timbun
4. Editing

Editing merupakan proses penelitian kembali terhadap catatan, informasi dikumpulkan oleh pencari data. Kemudian peneliti menganalisis kembali data-data yang sudah terkumpul dari berbagai sumber literatur berupa jurnal-jurnal maupun data lembaga statistik, apakah sudah cukup baik dan dapat segera disiapkan untuk proses berikutnya.

5. Classifying

Klasifikasi data adalah mereduksi data yang ada dengan cara menyusun dan mengklarifikasikan data yang diperoleh didalam pola tertentu atau permasalahan tertentu untuk mempermudah pembahasannya. Dalam hal ini, peneliti membaca kembali dan menela'ah secara mendalam seluruh data yang diperoleh, kemudian mengklasifikasikan sesuai dibutuhkan untuk mempermudah dalam menganalisis.

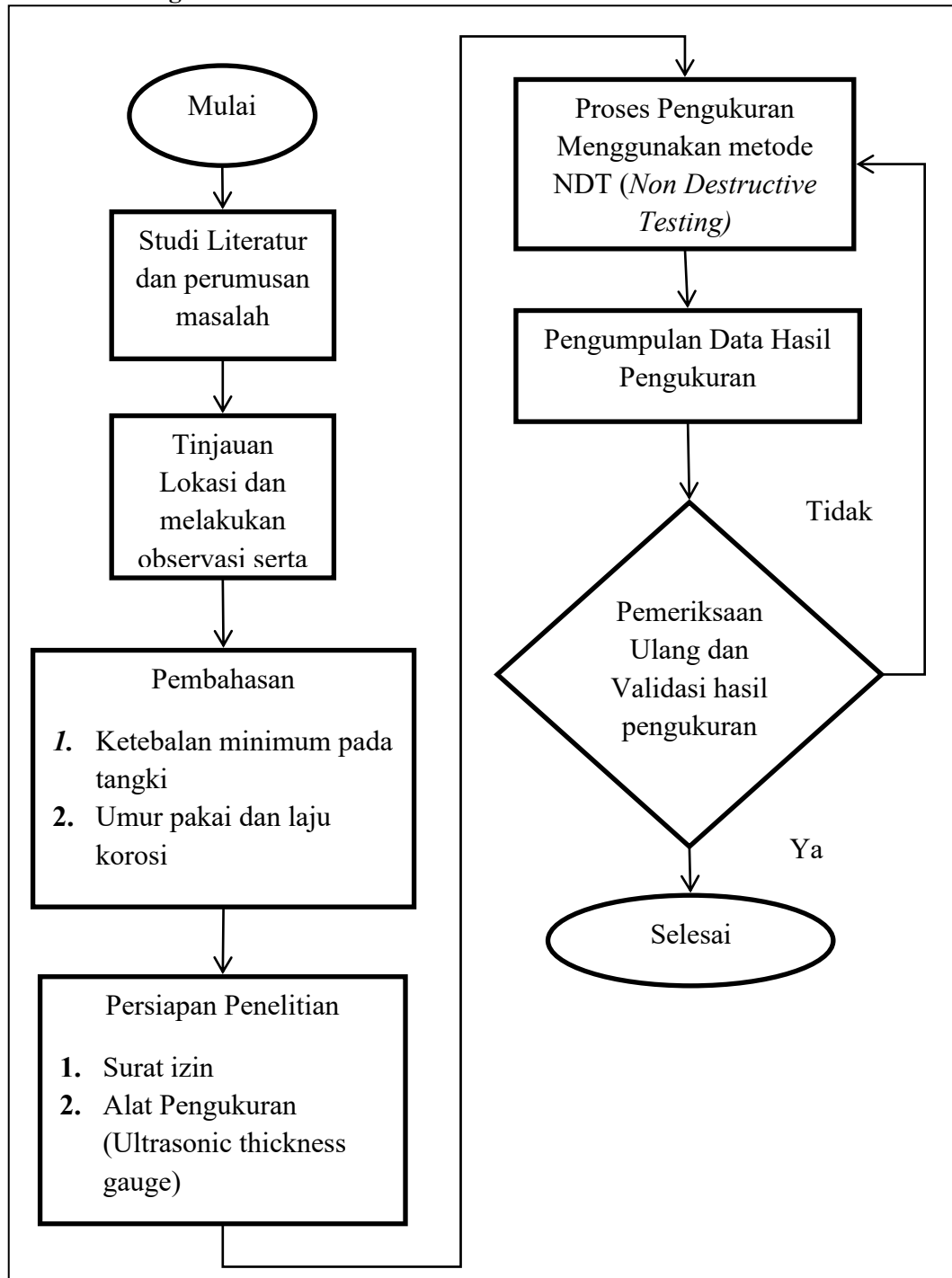
6. Verifying

Verifikasi data adalah langkah dan kegiatan yang dilakukan peneliti untuk memperoleh data dan informasi dari lapangan. Ketika melakukan verifikasi, peneliti melakukan pengecekan kembali data yang sudah dikumpulkan terhadap kenyataan yang ada dilapangan, untuk memperoleh keabsahan data.

7. Concluding

Kesimpulan adalah penarik hasil atau kesimpulan suatu proses penelitian dalam tahap terakhir ini diharapkan peneliti bisa memberikan jawaban kepada pembaca atas kegelisahan dari apa yang telah di paparkan di latar belakang.

C. Teknik Pengolaan Data



Gambar 3. 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Tangki

Data penelitian ini, data tangki timbun yang digunakan adalah tangki penimbun milik PLTD NAMLEA yang bertepatan Di kabupaten Buru, yang dapat dilihat pada gambar 4.1. perusahaan ini merupakan perusahaan yang berfungsi untuk penerangan di kabupaten Buru. Pada penelitian ini, ketebalan minimum pelat dinding tangki timbun harus perlu diketahui untuk menjadi acuan dalam batas ketebalan pelat dinding tangki dan data spesifikasi tangki terlihat pada table 4.1. dan 4.2. berikut adalah data teknik dari tangki penimbun yang menjadi pembahasan pada penelitian ini, yaitu:

Tabel 4. 1. Spesifikasi Tangki

Kapasitas Tangki	: 300 KL
Tinggi Cairan	: 7,23 Meter = 23,720 ft
Tinggi Tangki	: 9,03 Meter = 29,625 ft
Diameter Tangki	: 6,50 Meter = 21,3255 ft
Berat Jenis	: 0,81
Jumlah Course H 1 st Course H 2 nd Course H 3 rd Course H 4 th Course H 5 th Course	 = 7230 mm = 23,72 ft = 5530 mm = 18,14 ft = 3850 mm = 12,63 ft = 2130 mm = 6,98 ft = 430 mm = 1,41 ft
Tipe pengalasan pelat shell	: Butt Joint (Welded)
Material pelat shell	: Unknown Material
Material pelat atap	: Unknown Material
Tipe pengalasan plat atap	: Butt Joint (Welded)

B. Data inspeksi shell dan rooftop 2019

Data inspeksi yang dilakukan pada tahun 2019 dengan titik yang sama yang telah dilakukan inspeksi pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2. Data hasil inspeksi tahun 2019

Komponen	Ketebalan (mm)
1 st Course 2019	12
2 nd Course 2019	12
3 rd Course 2019	12
4 th Course 2019	12
5 th Course 2019	12

1. Perhitungan Ketebalan Minimum

Course:

Data Tangki

H liquid (Tinggi Cairan Operasi) : 23,72 ft

D (Diameter Tangki) : 21,32 ft

S (Tegangan yang diizinkan) :

E (efisiensi sambungan) :

a). Evaluasi ketebalan pelat kulit tangki 1 (1st Course)

Ketebalan minimum pengukuran pelat kulit tingkat 1:

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

$$t_{min} = \frac{2,6 (23,72-1) \times 21,32 \times 0,81}{(24900) \times (0,7)}$$

$$t_{min} = 0,081 \text{ inci}$$

$$t_{min} = 2,057 \text{ mm}$$

b). Evaluasi ketebalan pelat kulit tangki 2 (2nd Course)

Ketebalan minimum pengukuran pelat kulit tingkat 2:

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

$$t_{min} = \frac{2,6 (18,14-1) \times 21,32 \times 0,81}{(24900) \times (0,7)}$$

$$t_{min} = 0,044 \text{ inci}$$

$$t_{min} = 1,117 \text{ mm}$$

C). Evaluasi ketebalan pelat kulit tangki 3 (3rd Course)

Ketebalan minimum pengukuran pelat kulit tingkat 3 :

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

$$t_{min} = \frac{2,6 (12,63-1) \times 21,32 \times 0,81}{(27400) \times (0,7)}$$

$$t_{min} = 0,027 \text{ inci}$$

$$t_{min} = 0.685 \text{ mm}$$

D). Evaluasi ketebalan pelat kulit tangki 4 (4rd Course)

Ketebalan minimum pengukuran pelat kulit tingkat 4 :

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

$$t_{min} = \frac{2,6 (6,98-1) \times 21,32 \times 0,81}{(27400) \times (0,7)}$$

$$t_{min} = 0,013 \text{ inci}$$

$$t_{min} = 0.330 \text{ mm}$$

E). Evaluasi ketebalan pelat kulit tangki 5 (5th Course)

Ketebalan minimum pengukuran pelat kulit tingkat 5 :

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

$$t_{min} = \frac{2,6(1,41-1) \times 21,32 \times 0,81}{(27400) \times (0,7)}$$

$$t_{min} = 0,001 \text{ inci}$$

$$t_{min} = 0.025 \text{ mm}$$

2. Perhitungan Laju Korosi dan Sisa umur pakai Tangki

a). Pelat kulit tangki 1 (1st Course)

$$\text{Laju korosi} = \frac{t_{sebelum} - t_{aktual}}{\text{interval inspection}}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{12-7,5}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{4,5}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = 0,9 \text{ mm / Tahun}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{t_{aktual} - t_{req}}{\text{laju korosi}}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,5 - 2,057}{0,9}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{5,44}{0,9}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = 6 \text{ Tahun}$$

b). Pelat kulit tangki 2 (2nd Course)

$$\text{Laju korosi} = \frac{t_{sebelum} - t_{aktual}}{\text{interval inspection}}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{12 - 7,7}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{4,3}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = 0,86 \text{ mm / tahun}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{t_{aktual} - t_{req}}{\text{laju korosi}}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,7 - 1,117}{0,86}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{6,58}{0,86}$$

Sisa umur pakai = 7,6 Tahun

c). Pelat kulit tangki 3 (3rd Course)

$$\text{Laju korosi} = \frac{t_{\text{sebelum}} - t_{\text{aktual}}}{\text{interval inspection}}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{12 - 7,6}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{4,4}{5}$$

Laju korosi = 0,88 mm/tahun

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{t_{\text{aktual}} - t_{\text{req}}}{\text{laju korosi}}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,6 - 0,658}{0,88}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{6,94}{0,88}$$

Sisa umur pakai = 7,8 Tahun

d). Pelat kulit tangki 4 (4st Course)

$$\text{Laju korosi} = \frac{t_{\text{sebelum}} - t_{\text{aktual}}}{\text{interval inspection}}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{12 - 7,5}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{4,5}{5}$$

Laju korosi = 0,9 mm / Tahun

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{t_{\text{aktual}} - t_{\text{req}}}{\text{laju korosi}}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,5 - 0,330}{0,9}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,13}{0,9}$$

Sisa umur pakai = 7,9 Tahun

e). Pelat kulit tangki 5 (5st Course)

$$\text{Laju korosi} = \frac{t_{\text{sebelum}} - t_{\text{aktual}}}{\text{interval inspection}}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{12 - 7,7}{5}$$

$$\text{Laju korosi} = \frac{4,3}{5}$$

Laju korosi = 0,85 mm / Tahun

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{t_{\text{aktual}} - t_{\text{req}}}{\text{laju korosi}}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,5 - 0,025}{0,85}$$

$$\text{Sisa umur pakai} = \frac{7,67}{0,85}$$

Sisa umur pakai = 9 Tahun

PEMBAHASAN

Pemeliharaan dan perawatan tangki merupakan kegiatan rutin yang dijadwalkan secara berkala. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mencegah kerusakan yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja atau kerugian bagi perusahaan. Dalam penulisan skripsi, dilakukan analisis terhadap aktivitas rutin pada tangki solar berkapasitas 300 KL, yang berfungsi sebagai tangki penyimpanan *crude oil*.

Berdasarkan hasil dari perhitungan, ketebalan minimum pada *course* 1 sebesar 2,057 mm, *course* 2 sebesar 1,117 mm, *course* 3 sebesar 0,685 mm, *course* 4 sebesar 0,330 mm dan *course* 5 sebesar 0,025 mm. *course* 1 memiliki nilai t_{\min} yang lebih besar dari *course* 2 dan *course* 3 disebabkan karena ketinggian cairan fluida (H) yang ditampung lebih besar sedangkan faktor lain seperti diameter (D), kekuatan material (S), spesifikasi gravity (G) dan *efisiensi joint* berbeda, ketebalan minimum yang diizinkan (t_{req}) memiliki nilai yang sama, yakni tidak boleh kurang dari 0,1 inchi atau 2,54 mm pada luasan 100 inchi. Hal tersebut sesuai dengan API 653 Untuk standar nilai tebal minimum yang dibutuhkan. Sehingga dengan membandingkan nilai ketebalan saat ini, maka seluruh *shell* pada masing-masing *course* masih memenuhi syarat.

Nilai laju korosi, ketebalan hasil pengukuran saat ini t_{\min} , dan ketebalan minimum yang dibutuhkan t_{req} digunakan untuk menentukan sisa umur tangki solar 300 KL. Sisa umur untuk masing-masing *course* 1, *course* 2, *course* 3, *course* 4, dan *course* 5. adalah 6 tahun, 7,6 tahun, 7,8 tahun, 7,9 tahun, dan 9 tahun. Perbedaan sisa umur pada setiap *course* dalam tangki yang sama disebabkan oleh variasi laju korosi. Semakin tinggi laju korosi, semakin pendek umur sisa tangki tersebut.

Untuk menjaga agar tangki tetap dalam kondisi optimal dan andal, perlu dilakukan inspeksi dan pemeliharaan ulang. Sesuai dengan Permen SDM No 31 Tahun 2021, setiap instalasi atau peralatan di sektor minyak dan gas, termasuk tangki timbun, harus menjalani inspeksi teknis secara berkala. Inspeksi teknis ini wajib dilakukan setiap 5 tahun setelah sisa umur pakainya. Oleh karena itu, berdasarkan peraturan tersebut, tangki solar berkapasitas 300 KL perlu dilakukan inspeksi berikutnya pada tahun 2029.

PENUTUP

Berdasarkan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut Melalui salah satu metode non-destructive test yakni *ultrasonic Thickness Gauge* dapat diperoleh data ketebalan tangki solar 300 KL.

1. Hasil pengolahan data menunjukkan corrosion rate pada bagian selimut tangki (shell) di tingkat pertama yakni 0,9 mm/year, tingkat kedua 0,6 mm/year, tingkat ketiga 0,88 mm/year, tingkat ke empat 0,9 mm/year, dan tingkat ke lima 0,85 mm/year.
2. Kemudian remaining life untuk bagian shell di tingkat pertama 6 tahun, tingkat kedua 7,6 tahun, tingkat ketiga 7,8 tahun, tingkat keempat 7,9 tahun, tingkat kelima 9 tahun.
3. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa tangki solar 300 KL masih layak untuk beroperasi di PLTD Namlea Kabupaten Buru. Namun terdapat beberapa jenis korosi yang harus diperhatikan guna mencegah terjadinya kerusakan fisik pada tangki yaitu korosi permukaan, biokorosi, dan stress corrosion cracking yang disebabkan residual stress yang tinggi terutama pada daerah di sekitar lasan.

REFERENSI

- Alida, R. &. (2020). Penentuan waktu pemakaian storage tank melalui analisis data hasil pengukuran ultrasonik thickness pada tangki tep- 028. *Jurnal Teknik patra akademik*, 26-32.
- Syuhada, F., dkk. (2020). “*Evaluasi Sisa Umur dan Struktur Tangki Penimbun Berdasarkan Data Percepatan Tanah pada Daerah Rawan Gempa*”. PORTAL Jurnal Teknik Sipil, Vol 12, No 2.
- Alida, R., & Anjastara, A. P. (2020). P Penentuan Waktu Pemakaian Storage Tank Melalui Analisa Data Hasil Pengukuran Ultrasonic Thickness Pada Tangki Tep-028 Di Stasiun Pengumpul Jemenang Pt Pertamina Ep Asset 2 Field Limau. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(02), 26-32.
- Dwivedi, Sandeep Kumar, Manish Vishwakarma, and Akhilesh Soni. "Advances and researches on non destructive testing: A review." *Materials Today: Proceedings* 5.2 (2018): 3690-3698.
- Revie, R. Winston, ed. *Uhlig's corrosion handbook*. John Wiley & Sons, 2011.
- Hardiyono, Hardiyono, et al. "INSPEKSI STORAGE TANK DI PT. ABC PADA PROYEK PT. XYZ MENGGUNAKAN METODE RISK BASED INSPECTION." *Media Bina Ilmiah* 17.9 (2023): 2311-2318.
- KOHAR, Ahmad Zakianto. Asesmen Korosi Pada Fasilitas Produksi Minyak dan Gas Bumi di Lingkungan CO₂ dan H₂S. *Sidang Thesis: Universitas Indonesia*, 2012.
- SEMBIRING, J.L. (2020) studi perilaku tangki timbun avtur terhadap beban internal
- Uhlig, H. H., & Revie, R. W. (1985). *Corrosion and corrosion control*.