

ANALISA KOROSI PADA TANGKI REAKTOR TRIGA 2000 MENGGUNAKAN METODE INSPEKSI ULTRASONIK DAN INSPEKSI VISUAL (*UNDERWATER CAMERA*)

Corrosion Analysis in the TRIGA 2000 Reactor Tank Using Ultrasonic Inspection and Visual Inspection (Underwater Camera) Methods

Shafira, Hendri Hestiawan*, Putra Bismantolo

Prodi. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangkahulu, Bengkulu

*) E-mail : hestiawan@unib.ac.id

Abstract

A reactor is a process device where a reaction takes place, be it a chemical or nuclear reaction and not physically. Nuclear reactors are used for various purposes, namely to create, regulate, and maintain a nuclear chain reaction at a constant rate. One method of monitoring corrosion is using an ultrasonic device to measure the thickness of the tank wall and an underwater camera tool to visually see the damage that has occurred and will provide a quantitative estimate of the corrosion rate that occurs in the system by comparing the initial weight and weight after a certain time. The corrosion rate value on the TRIGA 2000 reactor wall is obtained through the weight reduction method, and has an average corrosion value of 0.10 mmpy, while the type of corrosion that occurs on the TRIGA 2000 reactor wall is the type of intergranular corrosion. protective coating by coating organic compounds (lubricant) and controlling humidity and temperature.

Keywords: TRIGA 2000 reactor, ultrasonic, corrosion rate, visual inspection, underwater camera

1. PENDAHULUAN

Reaktor adalah suatu alat proses tempat dimana terjadinya suatu reaksi berlangsung, baik itu reaksi kimia atau nuklir dan bukan secara fisika. Dengan terjadinya reaksi inilah suatu bahan berubah kebentuk bahan lainnya, perubahan ada yang terjadi secara spontan alias terjadi dengan sendirinya atau bisa juga butuh bantuan energi seperti panas sebagai contoh energi yang paling umum [1].

Reaktor nuklir digunakan untuk berbagai tujuan, yaitu untuk membuat, mengatur, dan menjaga kesinambungan reaksi nuklir berantai pada laju yang tetap. Reaktor TRIGA 2000 Bandung merupakan reaktor hasil *upgrading* yang telah beroperasi dengan daya maksimal 2 MW. Komponen dasar dari reaktor TRIGA 2000 terdiri dari enam komponen, yaitu tangki reaktor, bahan bakar nuklir, moderator, reflektor, pendingin, batang kendali, dan perisai. Tangki reaktor adalah salah satu yang perlu mendapatkan perhatian serius, karena tangki ialah suatu komponen penampung komponen-komponen lainnya [2].

Pada tangki reaktor terbuat dari suatu lapisan aluminium *stainless steel* yang selalu digunakan untuk pengkajian ilmiah dan mengalami korosi. Korosi merupakan salah satu permasalahan yang tidak dapat dihindari pada dinding tangki reaktor yang bersentuhan langsung dengan lingkungan, yang dalam hal ini melibatkan radiasi tinggi, suhu ekstrem, dan kondisi kimia yang agresif. Proses ini dapat mempengaruhi integritas struktural tangki reaktor, yang berisiko menyebabkan kebocoran atau kerusakan pada sistem reaktor. Maka dari itu, ketika terjadi korosi harus dilakukan sebuah analisa agar dapat mengetahui penyebab dari terjadinya korosi tersebut.

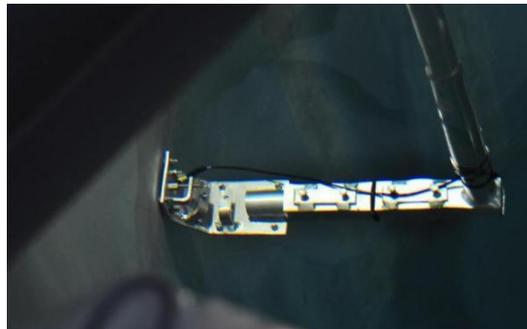
2. METODE PENELITIAN

Material yang diamati yaitu dinding tangki reaktor TRIGA 2000 yang ada di PSTNT- BATAN Bandung. Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan inspeksi ultrasonik dan inspeksi visual menggunakan *Camera Underwater*. Pengamatan dilakukan pada dinding reaktor dibagi menjadi 3 lasan, yaitu lasan pertama, lasan kedua dan lasan ketiga. Material yang diamati dapat dilihat pada Gambar 1



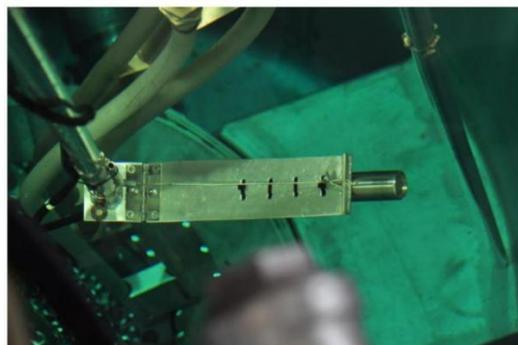
Gambar 1. Dinding Reaktor TRIGA 2000

Pada pengamatan inspeksi ultrasonik dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Ultrasonic Thickness Gauge*. Pengamatan ultrasonik ini bertujuan untuk mengetahui ketebalan dari dinding reaktor. Proses pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Inspeksi Ultrasonik

Sedangkan pada pengamatan inspeksi visual menggunakan *underwater camera* yang bertujuan untuk melihat dari jarak dekat permukaan dinding reaktor TRIGA 2000. Proses pengamatan ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Inspeksi Visual

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengamatan Inspeksi Ultrasonik

Hasil pengamatan inspeksi ultrasonik pada lasan satu, dua dan tiga pada dinding reaktor TRIGA 2000 didapatkan data ketebalan yang diukur dengan alat *Ultrasonic Thickness Gauge*. Pengamatan dimulai pada lasan pertama hingga lasan kedua dan pada sumbu 0° berurutan hingga pada sumbu 360°. Pada lasan pertama, dibagi menjadi 2 titik, sedangkan pada lasan kedua dibagi menjadi 3 titik. Nilai ketebalan standar pada dinding reaktor TRIGA 2000 dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan data hasil pengamatan ketebalan dinding reaktor TRIGA 2000 dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 4. Nilai Ketebalan Standar

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Inspeksi Ultrasonik

Lasan	0° (mm)	30° (mm)	60° (mm)	120° (mm)	150° (mm)	180° (mm)	210° (mm)	300° (mm)	330° (mm)	Rata -rata
I	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4
II	6,4	6,2	6,2	6,2	6,1	6,4	6,2	6,3	6,2	6,2
III	6,2	6,1	6,0	6,1	6,2	6,4	6,2	6,2	6,2	6,2
VI	6,3	6,0	5,8	5,7	6,0	5,8	6,0	6,0	6,0	5,9
V	6,1	6,0	5,5	5,5	5,9	5,8	5,9	5,9	5,8	5,8

3.2 Hasil Pengamatan Visual (*Underwater Camera*)

Hasil pengamatan visual menggunakan *underwater camera* dibagi menjadi 3 lasan yaitu lasan pertama, lasan kedua, dan lasan ketiga.

3.2.1 Lasan Pertama

Hasil pengamatan visual dengan menggunakan *underwater camera* pada lasan pertama yaitu dapat dilihat pada Gambar 5



(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 5. Pengamatan Visual Lasan Pertama

Keterangan: a = Radial 0°
 b = Radial 90°
 c = Axial titik 30°
 d = Axial titik 300°

3.2.2 Lasan Kedua

Hasil pengamatan visual dengan menggunakan *underwater camera* pada lasan kedua yaitu dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Pengamatan Visual Lasan Kedua

Keterangan: a = Radial 90°
 b = Radial 180°
 c = Radial 270°
 d = Axial Titik 3 150°

3.2.3 Lasan Ketiga

Hasil pengamatan visual dengan menggunakan *underwater camera* pada lasan ketiga yaitu dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Pengamatan Visual Lasan Ketiga

Keterangan: a = Radial 180°
 b = Radial 270°
 c = Axial Titik 3 180°
 d = Axial Titik 2 90°

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, faktor-faktor penyebab kerusakan pada tangki reaktor TRIGA 2000 yaitu faktor umur pemakaian dan lingkungan. Pada pengamatan inspeksi ultrasonik dalam mengukur ketebalan tangki reaktor TRIGA 2000 pada setiap lasan, baik pada lasan pertama, lasan kedua, maupun lasan ketiga ditemukan kerusakan yang berupa korosi. Korosi ini terjadi karena adanya faktor lingkungan berupa radiasi, kelembapan tinggi atau adanya cairan kimia aktif atau gas (sebelum atau selama kegiatan operasi), suhu didalam cairan reaktor. Tingkat radiasi, suhu dan tekanan pada kondisi operasi normal akan mempengaruhi properti fisik dari bahan itu sendiri. Selain itu, yang menyebabkan terjadinya korosi ialah melakukan pengujian yang berlebihan sehingga mempengaruhi kondisi material yang digunakan [3]. Jenis larutan pada tangki reaktor ialah air

aquabides, yang dimana berfungsi sebagai moderator. Selain air, pellet bahan bakar juga termasuk dalam moderator tangki reaktor TRIGA 2000 [4].

3.3 Hasil Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi pada penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat. Dengan menggunakan spesimen uji yaitu aluminium dengan seri 6061 yang memiliki diameter 15 mm dan berat 6,5 gram. Spesimen uji dihaluskan dengan kertas amplas menggunakan grid 600. Dengan menggunakan formula metode kehilangan berat. Hasil perhitungan laju korosi dapat dilihat pada Tabel 2-4.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Laju Korosi Pada Lasan Pertama

Derjat	0° (mpy)	30° (mpy)	60° (mpy)	120° (mpy)	150° (mpy)	180° (mpy)	210° (mpy)	300° (mpy)	330° (mpy)	Rata-rata
Hasil	0,02	0,10	0,10	0,02	0,10	0,05	0,02	0,10	0,02	0,05

Tabel 3 Hasil Perhitungan Laju Korosi Pada Lasan Kedua

Derjat	0° (mpy)	30° (mpy)	60° (mpy)	120° (mpy)	150° (mpy)	180° (mpy)	210° (mpy)	300° (mpy)	330° (mpy)	Rata-rata
Hasil	0,02	0,10	0,08	0,08	0,10	0,10	0,08	0,05	0,08	0,07

Tabel 4 Hasil Perhitungan Laju Korosi Pada Lasan Ketiga

Derjat	0° (mpy)	30° (mpy)	60° (mpy)	120° (mpy)	150° (mpy)	180° (mpy)	210° (mpy)	300° (mpy)	330° (mpy)	Rata-rata
Hasil	0,08	0,10	0,13	0,10	0,08	0,02	0,08	0,08	0,08	0,08

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Dengan mengukur kembali berat awal dari benda uji, kekurangan berat pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat [5]. Setelah menghitung laju korosi pada masing-masing titik, maka dapat dibandingkan pada lasan ketiga ditemukan banyak kerusakan yaitu korosi. Rata-rata laju korosi yang didapatkan ialah 0,13 mpy.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa korosi yang terjadi disebabkan oleh faktor lingkungan berupa radiasi, kelembapan tinggi atau adanya cairan kimia aktif atau gas (sebelum atau selama kegiatan operasi), suhu didalam cairan reaktor. Tingkat radiasi, suhu dan tekanan pada kondisi operasi normal akan mempengaruhi properti fisik dari bahan itu sendiri. Jenis korosi yang terjadi pada dinding reaktor ialah jenis korosi korosi intergranular yang biasa terjadi pada material baja tahan karat *austenitic* yang diberikan perlakuan panas. Penggunaan alat ultrasonik dan *underwater camera* didapatkan nilai ketebalan yang valid dan dapat dihitung laju korosi dengan metode kehilangan berat yang terjadi pada material dinding reaktor TRIGA 2000 dengan nilai rata-rata laju korosi sebesar 0,13 mpy.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Manajemen Penuaan. 2016. Laporan Analisis Keselamatan. Bandung: BATAN
- [2] Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2008 Tentang Ketentuan Keselamatan Manajemen Penuaan
- [3] Bakar, A. 2017. Analisis Laju Korosi Yang Terjadi Pada Operasi Reaktor TRIGA 2000 Pada tahun 2017. Bandung: BATAN
- [4] Tim Reaktor. 2018. Pusdiklat Manajemen Penuaan Reaktor. Bandung: BATAN
- [5] Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor TRIGA 2000. 2005. Evaluasi Penuaan Tangki Reaktor TRIGA 2000. Bandung: BATAN