

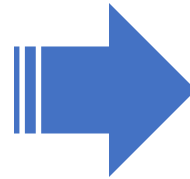
MANAJEMEN PENUAAN

Pelatihan
Supervisor dan Operator Reaktor
17 s.d. 26 Februari 2025

Nailatussaadah
nail003@brin.go.id

- Amanat aspek keselamatan operasi dan perawatan reaktor
- Upaya untuk dapat memperkirakan usia pemanfaatan fasilitas reaktor
- Menentukan strategi perawatan SSK Reaktor

Peserta supervisor mampu:
1. Menjelaskan pelaksanaan program manajemen penuaan reaktor



- Peserta mampu memahami dokumen Program Penuaan
- Peserta dapat menyusun dokumen Program Penuaan

Perka BAPETEN No. 5 2022 tentang Manajemen Penuaan Reaktor Nuklir

Manajemen Penuaan adalah kegiatan rekayasa, operasi, dan perawatan untuk mengendalikan agar pengaruh penuaan pada SSK kritis masih dalam batas yang dapat diterima

Manajemen Penuaan Reaktor dilaksanakan pada tahap:

- a. Desain
- b. Konstruksi
- c. Komisioning
- d. Operasi**
- e. Dekomisioning

Fasilitas Reaktor TRIGA 2000 telah memiliki Program Manajemen Penuaan pada tahapan operasi

Pasal 11

- (1) Dalam melaksanakan Manajemen Penuaan Reaktor Nuklir pada tahap operasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 huruf d, Pemegang Izin harus memutakhirkan dan melaksanakan program Manajemen Penuaan dengan cara:
 - a. mengimplementasikan strategi Manajemen Penuaan proaktif dan reaktif secara seimbang;
 - b. melakukan koordinasi dengan fasilitas lain dan antarmuka dengan program yang relevan;
 - c. menerapkan pendekatan sistematis untuk mengendalikan efek Penuaan dan keusangan SSK Kritis dalam upaya menjamin fungsi sesuai persyaratan dipertahankan selama operasi Reaktor Nuklir;
 - d. menerapkan prosedur terkait Manajemen Penuaan yang meliputi pengendalian lingkungan operasi, dan tindakan pencegahan atau mitigasi Penuaan lainnya;
 - e. menerapkan Surveilans Penuaan terhadap SSK Kritis; dan
 - f. memastikan ketersediaan suku cadang atau bahan habis pakai untuk mendukung SSK Kritis dan lingkungan penyimpanan yang terkendali.
- (2) Strategi Manajemen Penuaan proaktif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a harus menjamin integritas dan kemampuan SSK Kritis yang diperlukan melalui deteksi terencana dan terantisipasi.

Pasal 13

- (1) Program Manajemen Penuaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (1) memuat informasi mengenai:
- tujuan dan ruang lingkup;
 - struktur organisasi dan tanggung jawab;
 - penapisan SSK;
 - identifikasi Penuaan;
 - strategi Manajemen Penuaan;
 - pelaksanaan Surveilans Penuaan;
 - pengumpulan data dan informasi;
 - evaluasi Penuaan; dan
 - dokumentasi.

No.	Isi Dokumen	Halaman
1.	Halaman Judul	1
2.	Lembar Pengesahan	2
5.	Daftar Isi	3
6.	BAB I. Pendahuluan	
7.	BAB II. Organisasi Manajemen Penuaan	
8.	BAB III. Manajemen Penuaan	
9.	A. Penapisan SSK	
10.	B. Identifikasi Penuaan	
11.	C. Strategi Manajemen Penuaan	
12.	D. Pelaksanaan Surveilans Penuaan	
13.	E. Pengumpulan Data dan Informasi	
14.	F. Evaluasi Penuaan	
15.	G. Dokumentasi	
16.	BAB IV. Kesimpulan	
17.		
18.		



PROGRAM MANAJEMEN PENUAAN

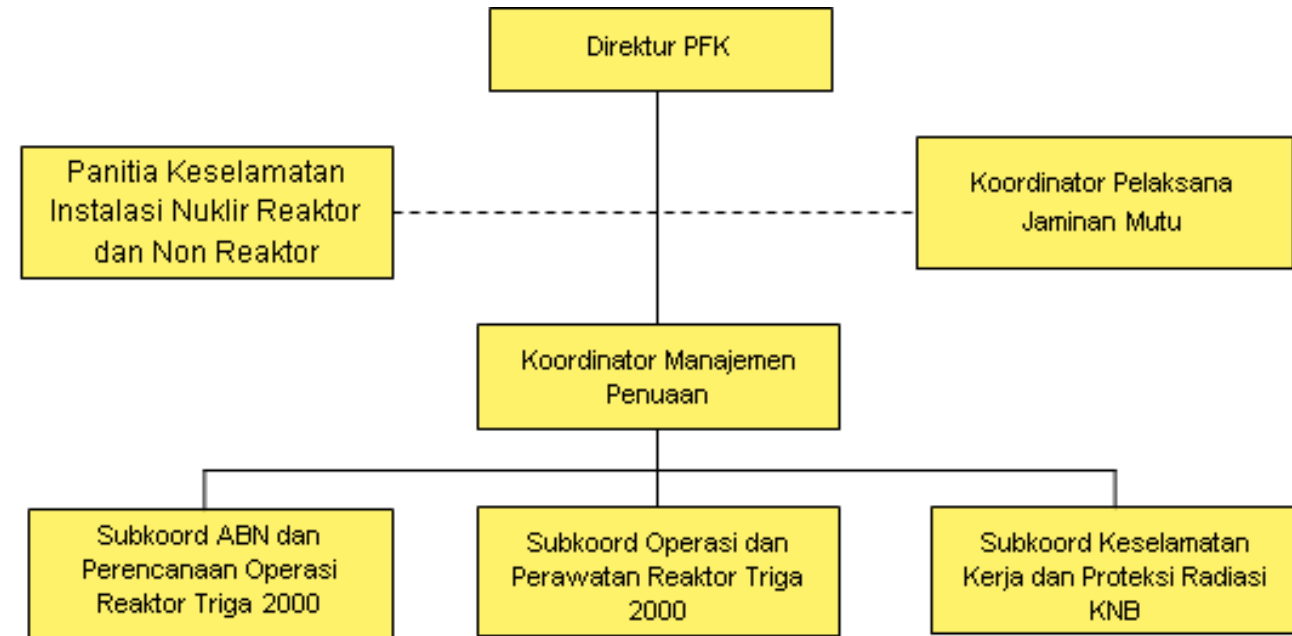
A. Pendahuluan

Program Manajemen Penuaan Reaktor TRIGA 2000 Bandung adalah sebagai acuan monitoring kondisi SSK reaktor terkini. Selanjutnya program ini akan diimplementasikan dalam bentuk kegiatan monitoring penuaan dan disajikan dalam laporan kajian penuaan yang berisikan data dan hasil kegiatan surveilans selama **masa perizinan berjalan.**



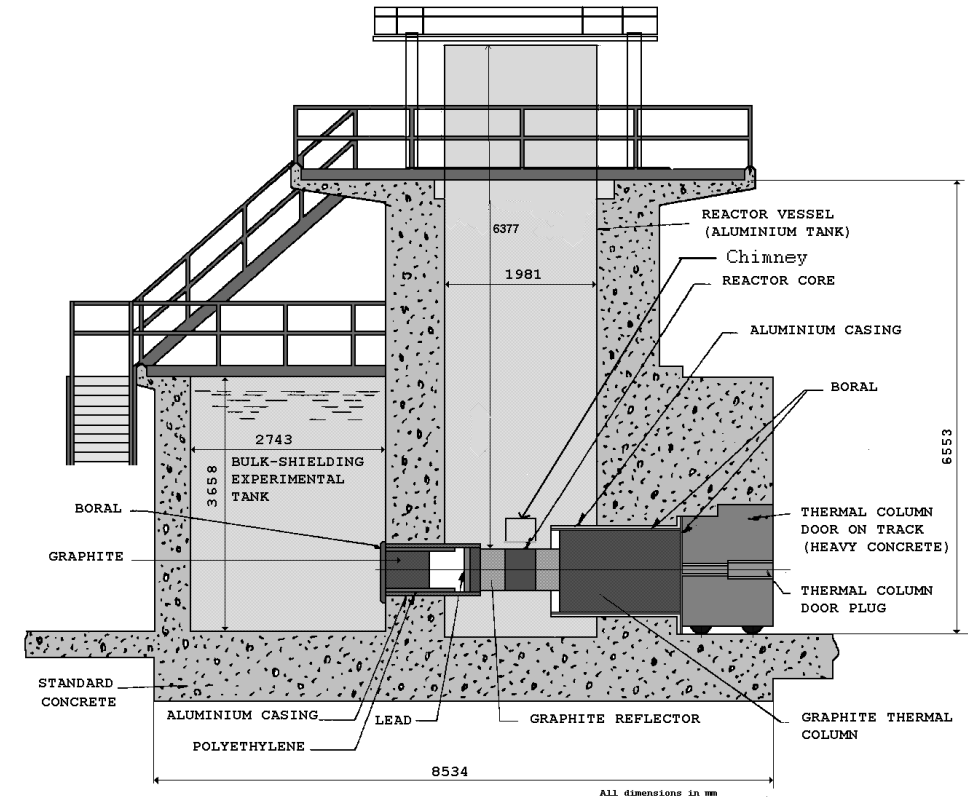
Organisasi

- ❑ Instalasi Reaktor Nuklir TRIGA 2000 Bandung berada di bawah Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran (DPFK)
- ❑ Kegiatan manajemen penuaan dilaksanakan oleh instalasi Reaktor TRIGA 2000 dan berada dalam tanggung jawab Subkoordinator Fungsi Akuntansi Bahan Nuklir dan Perencanaan Reaktor TRIGA 2000.
- ❑ Kegiatan manajemen penuaan dilaporkan secara berkala dalam bentuk dokumen Laporan Kajian Penuaan setiap 5 tahun sekali



Manajemen Penuaan

- ❑ **Penapisan SSK** adalah identifikasi dan pengelompokan semua SSK reaktor yang mudah terpengaruh oleh proses penuaan dengan mengacu pada **Peraturan BAPETEN No. 5 tahun 2022**.
- ❑ Berdasarkan pada LAK, Reaktor TRIGA 2000 memiliki beberapa SSK yaitu:
 - Reaktor
 - Sistem Pendingin reaktor dan system terkait
 - Sistem instrumentasi dan kendali
 - Sistem catu daya listrik
 - Sistem pendukung



VERTICAL SECTION REACTOR TRIGA-MARK-II



PROGRAM MANAJEMEN PENUAAN

No.	SSK	Tahapan II	Tahapan III	SSK Kritis
1.	Elemen bakar standar	V	X	
2.	Elemen bakar berinstrumentasi (IFE)	V	X	
3.	Elemen grafit	V	X	
4.	Sumber neutron dan pegangan	V	X	
5.	Batang kendali	V	X	
6.	Lempeng kisi atas, bawah dan lempeng keselamatan	V	X	
7.	<i>Shim</i> penyangga	V	X	
8.	Tangki reaktor	V	V	V
9.	Perisai reaktor (<i>shielding</i>)	V	X	
10.	Reflektor	V	X	
11.	Sistem pendingin primer	V	X	
12.	Sistem penukar panas	V	X	
13.	Pipa penghubung	V	X	
14.	Sistem pendingin sekunder	V	X	
15.	Sistem pemurnian air	V	X	
16.	Sistem penambah air pendingin primer	V	X	
17.	Sistem <i>diffuser</i>	V	X	
18.	Konsol sistem kendali digital (CSC)	V	X	
19.	Unit kendali dan akuisisi data digital (DAC)	V	X	
20.	Kanal pemantau daya dan detektor neutron	V	X	
21.	Kanal pemantau daya lebar dan detektor neutron	V	X	
22.	Batang kendali dan penggerak batang kendali	V	X	
23.	Tiga kanal pemantau suhu bahan bakar	V	X	
24.	Dua layar penayang	V	X	
25.	Petunjuk analog	V	X	
26.	Sistem catu daya listrik AC normal	V	X	

No.	SSK	Tahapan II	Tahapan III	SSK Kritis
27.	Sistem catu daya listrik AC darurat	V	X	
28.	Sistem catu daya listrik tak terputus (UPS)	V	X	
29.	Kabel dan penjalurannya	V	X	
30.	Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir, yang terdiri dari:			
	1. fasilitas penyimpanan elemen bakar segar	X		
	2. rak sementara	X		
	3. <i>bulk shielding</i>	X		
	4. fasilitas penyimpanan elemen bakar di bagian selatan <i>reactor hall</i>	X		
31.	Sistem bantu proses yang terdiri dari:			
	1. kontainer (<i>Fuel Transfer Cask</i>)	X		
	2. <i>Crane</i>	X		
	3. <i>Fuel handling tool</i>	X		
	4. <i>Specimen lifting device</i>	X		
32.	Sistem ventilasi	V	X	

Tabel 3.1. Penapisan SSK untuk menentukan SSK kritis

Identifikasi Penuaan

- ❑ SSK kritis pada reaktor TRIGA 2000 adalah **liner tangki reaktor Al-6061**
 - ❑ Mekanisme degradasi:
 - radiasi -> perubahan ketahanan, perubahan keuletan
 - Temperatur -> perubahan ketahanan, perubahan keuletan
 - Kimia air -> korosi, rilis radioaktif, penurunan ketahanan, deposisi partikel, kebocoran
 - ❑ Pertimbangan identifikasi mekanisme degradasi
 - Desain reaktor TRIGA 2000, merupakan berjenis tangki terbuka dan menggunakan air sebagai pendingin dan moderator. Air yang digunakan harus memiliki properti konduktivitas air yang lebih kecil dari 1 μ Siemen untuk memitigasi gejala korosi pada liner tangki reaktor
 - Bahan tangki yang digunakan adalah Al-6061 dengan ketebalan 6.3 mm. Potensi korosi atas bahan ini dapat tetap terjadi apabila kondisi konduktivitas air tangki tidak dijaga pada nilai yang rendah.
 - Riwayat pengoperasian reaktor mempengaruhi seberapa besar fluens neutron yang mengiradiasi permukaan liner yang berpotensi menurunkan integritas tangki



PROGRAM MANAJEMEN PENUAAN

□ Pertimbangan identifikasi mekanisme degradasi

- Penyebab tegangan (*Stressor*) adalah kondisi tekanan dan temperatur. Pada reaktor TRIGA 2000 tekanan hidrostatik dapat menjadi potensi terjadinya stress pada liner tangki. Tekanan hidrostatik yang besar akan dialami oleh liner tangki pada daerah kedalaman yang paling bawah. Kemudian temperatur dapat pula mempercepat penurunan integritas liner tangki. Paparan temperatur panas yang paling besar juga berada pada daerah kedalaman yang paling mendekati teras reaktor.
- Hasil surveilan penuaan pada tangki reaktor TRIGA 2000 dapat terjadi oleh akibat potensi korosi dari lingkungan yang reaktif seperti air dengan konduktivitas yang tinggi.
- Penyebab penuaan tangki reaktor TRIGA 2000 akibat korosi oleh air pendingin primer dimana permukaan tangki akan membentuk lapisan Al_2O_3 .
- Pengalaman operasi dan hasil yang relevan untuk tangki reaktor TRIGA 2000, berdasarkan pada dokumen TPA/K/01/01 didapatkan bahwa:
 - Laju korosi rata-rata berdasarkan metode potensiodinamik 0,0604 mm/tahun
 - Laju korosi rata-rata berdasarkan metode tahanan-polarisasi 0,0622 mm/tahun

Strategi Manajemen Penuaan

❑ Ditetapkan oleh Direktur PFK sebagai mandataris PI Kepala BRIN

I. Koordinasi Manajemen Penuaan Reaktor TRIGA 2000

- ❑ *Koordinator pelaksana TRIGA 2000 menjalankan manajemen Penuaan dan melakukan koordinasi dengan para pelaksana fungsi yang terdiri atas Supervisor, operator, dan teknisi perawatan*
- ❑ *Strategi manajemen penuaan ditujukan untuk pemantauan penuaan liner tangki reaktor*

II. *Kegiatan pencegahan dan mitigasi degradasi*

- ❑ *Identifikasi penuaan dari liner tangki adalah korosi terhadap bahan Aluminium 6061, akibat dari kualitas kimia air pendingin primer*
- ❑ *Kegiatan perawatan kimia air menjadi prioritas utama dalam kegiatan pencegahan. Pemantauan meliputi kualitas konduktivitas listrik, pH, TDS.*

Strategi Manajemen Penuaan

- ❑ Ditetapkan oleh Direktur PFK sebagai mandataris PI Kepala BRIN

III. Kegiatan pendeteksian dan penilaian efek penuaan

- ❑ *Upaya penilaian kondisi terkini dari SSK kritis dengan menggunakan metode pencitraan underwater camera, pengukuran ketebalan, dan perhitungan laju korosi*

IV. Kegiatan korektif

- ❑ *Dilakukan setelah Upaya pendeteksian dan penilaian dilakukan*
- ❑ *Metode korektif bersifat teknis dengan melakukan evaluasi kegiatan perawatan SSK yang telah berjalan*
- ❑ *Pada kasus liner tangki, maka tindak lanjut korektif dapat dilakukan terhadap kualitas perawatan kimia air*

- a. SOP Perawatan Sistem Demineralizer Air Tangki Reaktor TRIGA 2000 Bandung, T-030-P.006/II.6.5/ITRG.1.1-IV/IN 00 01/2023.
- b. SOP Pemeriksaan Visual Tangki Reaktor TRIGA 2000 Menggunakan Underwater Camera, SOP 292.3/RN 00 02/SNT 4.1
- c. SOP Pengoperasian Sistem Demineralizer Air Bulkshielding Reaktor TRIGA 2000 Bandung, SOP 262.3/RN 00 01/SNT 4.1
- d. SOP Pengoperasian Sistem Demineralizer Air Tangki Reaktor TRIGA 2000 Bandung, SOP 261.3/RN 00 02/SNT 4.1
- e. SOP Pengisian Air Ke Dalam Pemipaan Sistem Pendingin Primer Reaktor TRIGA 2000 Bandung, SOP 255.3/RN 00 02/SNT 4.1
- f. SOP Pembuatan Air Tangki Reaktor TRIGA 2000 Bandung, SOP 313.3/RN 00 02/SNT 4.1
- g. SOP Perawatan Sistem Pemurnian Air (Water Softener System Culligan Model 150-2) Reaktor TRIGA 2000 Bandung, SOP 312.3/RN 00 02/SNT 4.1
- h. SOP Penggantian Filter Cartridge Sistem Demineralizer Air Tangki Reaktor TRIGA 2000 Bandung, SOP 304.3/RN 00 02/SNT 4.1

PELAKSANAAN SURVEILANS PENUAAN DI TRIGA 2000

No.	Komponen/Sistem	Waktu Pelaksanaan	Kriteria Penerimaan
1.	Pengujian sistem/perangkat <u>scram</u>	Setiap reaktor akan dioperasikan	Rekaman hasil pengujian sistem/perangkat <u>scram</u> . Batas <u>scram</u> sesuai dengan BKO pada LAK Reaktor TRIGA 2000.
2.	Kalibrasi batang kendali	Setiap terjadi perubahan susunan bahan bakar atau setelah 140 MWd operasi	Rekaman kalibrasi batang kendali.
3.	Kalibrasi daya	Setiap terjadi perubahan susunan bahan bakar atau setelah 140 MWd operasi	Rekaman kalibrasi daya. Kesesuaian antara daya hasil perhitungan dan daya hasil pengukuran (pada Display Power Meter).
4.	Pengukuran waktu jatuh batang kendali	Setelah 140 MWd operasi	Rekaman pengukuran waktu jatuh batang kendali. Lebih singkat dari 500 mili detik.
5.	Pemeriksaan, pengujian dan kalibrasi perangkat elektronik yang ada dalam unit DAC dan CSC	2 kali/tahun	Rekaman hasil pemeriksaan, pengujian dan kalibrasi perangkat elektronik pada unit DAC dan CSC.
6.	Sistem ventilasi		
	Kebocoran sistem ventilasi	1 kali/bulan	Rekaman perawatan sistem ventilasi. Tekanan negatif ruang reaktor $\geq 0,2$ cmH ₂ O.
	Fungsi blower dan motor penggerak	1 kali/bulan	
	Penggantian filter	Bila tekanan negatif ruang reaktor < 0,2 cmH ₂ O	
7.	Pemurnian air reaktor		
	Pemeriksaan kebocoran sistem pemipaan, pompa dan rumah filter, pengukur tekanan, pengukur konduktivitas air	1 kali/bulan	Rekaman pemeriksaan kebocoran sistem pemipaan. Tidak ada kebocoran pada sistem pemurnian air reaktor.
	Pemeriksaan alat ukur tekanan, flowmeter dan konduktivitas air	1 kali/bulan	Rekaman pemeriksaan alat ukur. Alat ukur berfungsi sesuai spesifikasi.

	Penggantian resin perangkat pemurnian air (demineralizer)	2 kali/tahun atau bila konduktivitas air tangki reaktor > 3,5 μ mhos/cm (μ Siemen/cm)	Rekaman penggantian resin. Konduktivitas air tangki reaktor $\leq 3,5$ μ mhos/cm (μ Siemen/cm).
	Penggantian filter perangkat pemurnian air (demineralizer)	2 kali/tahun atau bila laju aliran air < 10 US gpm (37,85 lpm)	Rekaman penggantian filter. Laju aliran air ≥ 10 US gpm (37,85 lpm).
8.	Sistem pendingin primer dan sekunder		
	Pemeriksaan kebocoran pompa dan sistem pemipaan	1 kali/minggu atau sebelum reaktor dioperasikan	Rekaman pemeriksaan kebocoran sistem pendingin. Tidak ada kebocoran atau yang mengakibatkan laju alir primer < 600 gpm dan laju alir sekunder < 1200 lpm.
	Penggantian oli pompa	Setelah 2000 jam operasi	Rekaman penggantian oli pompa. Oli pompa sudah diganti.
	Perawatan penukar panas (HE)	1 kali/minggu dengan cara mengoperasikan pompa primer dan sekunder	Rekaman perawatan HE. Pompa primer dan sekunder sudah dioperasikan.
	Pembersihan bagian dalam pelat penukar panas sistem pendingin primer (HE)	Apabila perbedaan temperatur pada bagian sistem pendingin primer menunjukkan ≤ 20 C pada daya maksimal	Rekaman pembersihan pelat HE. $\Delta T_p > 20$ C pada daya maksimal.
	Pembersihan sistem sekunder	1 kali/tahun atau bila laju alir < 1057 US gpm (4000 lpm)	Rekaman pembersihan sistem sekunder.
9.	Menara pendingin (CT)		
	Penggantian oli pompa	Setelah 2000 jam beroperasi	Rekaman penggantian oli pompa CT. Oli pompa CT sudah diganti.

PELAKSANAAN SURVEILANS PENUAAN DI TRIGA 2000

	Pembersihan sistem menara pendingin	3 kali/tahun atau bila pada menara pendingin sudah menempel kotoran	Rekaman pembersihan sistem CT. Sistem CT bersih.
10.	Tangki reaktor dan bulk shielding (BS)		
	Pembersihan tangki reaktor dan bulk shielding	2 kali/tahun atau bila pada dindingnya sudah menempel kotoran	Rekaman pembersihan tangki reaktor dan BS. Dinding tangki reaktor dan BS bersih.
	Pengamatan visual tangki reaktor dan seluruh komponen di dalamnya	1 kali/2 tahun	Rekaman pengamatan visual tangki reaktor dan seluruh komponen di dalamnya.
11.	Sistem diffuser		
	Pemeriksaan kebocoran pompa dan pemipaan	1 kali/minggu atau sebelum reaktor dioperasikan	Rekaman perawatan sistem <u>diffuser</u> . Tidak ada kebocoran pada pompa dan pemipaan
12.	Sistem catu daya listrik darurat		
	Penggantian oli mesin	Minimal 1 tahun/1 kali	Rekaman penggantian oli mesin. Oli mesin sudah diganti
	Penggantian filter oli	Minimal 1 tahun/1 kali	Rekaman penggantian filter oli. Filter oli sudah diganti
	Penggantian filter bahan bakar	Minimal 1 tahun/1 kali	Rekaman penggantian filter bahan bakar. Filter bahan bakar sudah diganti
	Pembersihan filter udara	Minimal 1 tahun/1 kali	Rekaman pembersihan filter udara. Filter udara bersih.

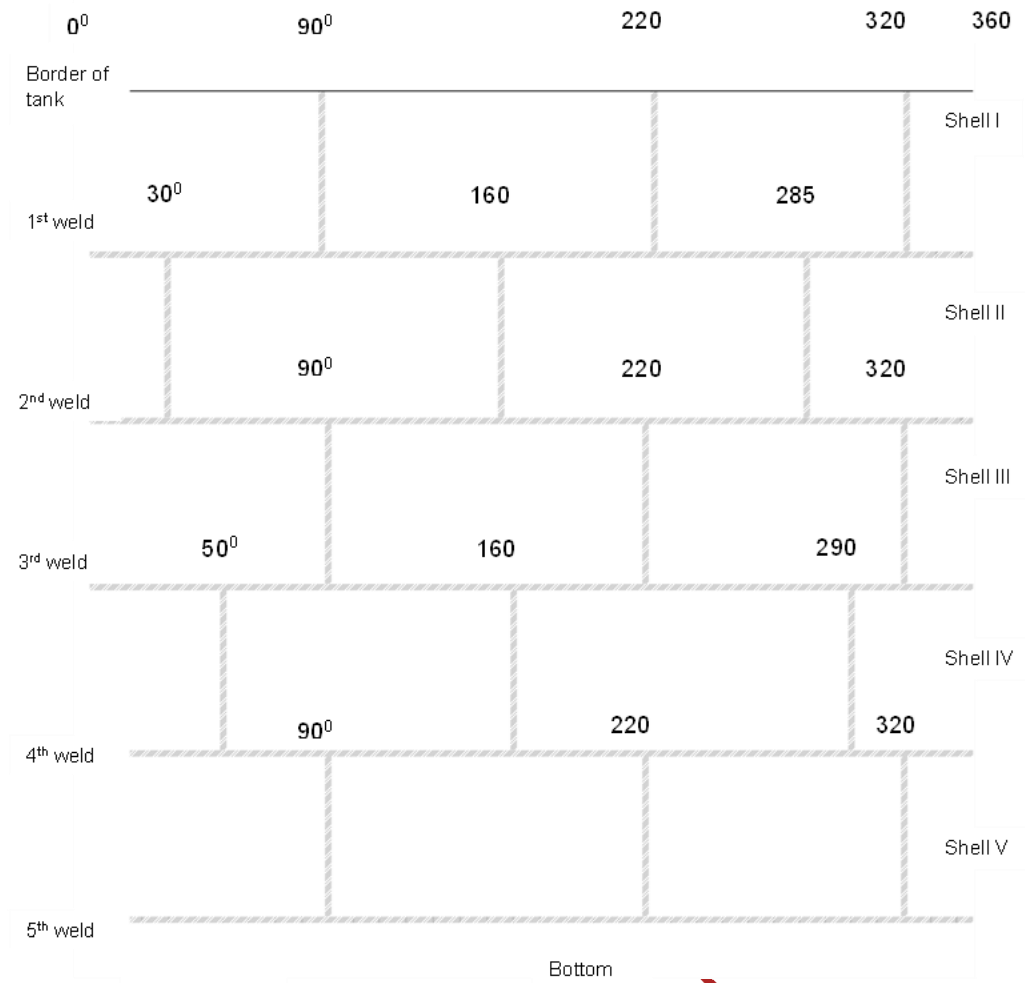
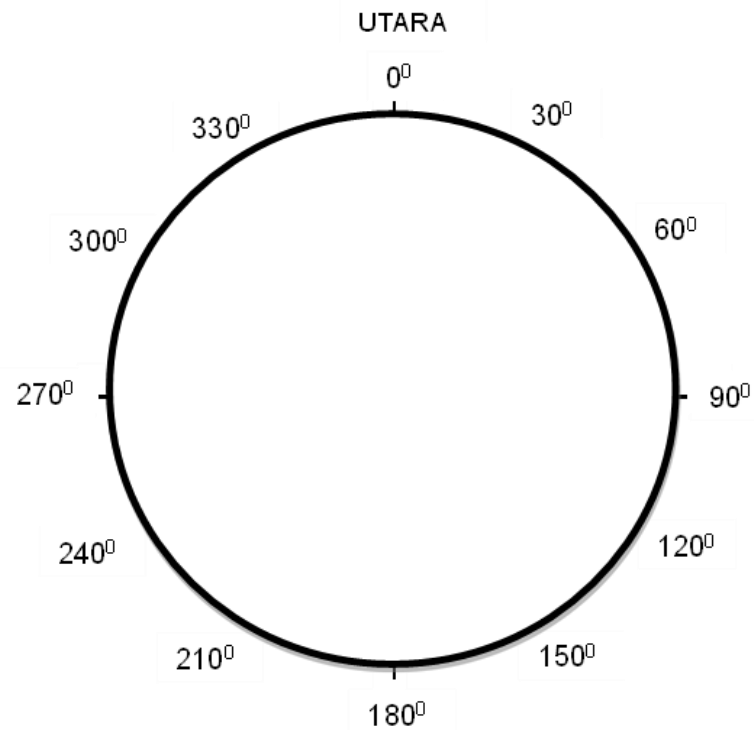
	Penggantian air radiator dengan <u>akuades</u>	Minimal 1 tahun/1 kali	Rekaman penggantian air radiator. Air radiator sudah diganti.
	Pemeriksaan accumulator	Setiap akan dioperasikan	Rekaman pemeriksaan accumulator.
	Pemeliharaan kebersihan ruangan	2 kali seminggu	Ruangan bersih.
	Uji fungsi tanpa beban	1 kali seminggu	Rekaman uji fungsi tanpa beban.
	Uji fungsi dengan beban	2 kali/tahun	Rekaman uji fungsi dengan beban.
13.	Sistem pemantauan radioaktivitas		
	Uji fungsi dan kalibrasi alat ukur dan monitor radiasi ruangan (gamma area monitor) serta alarm	Minimal 1 kali/tahun	Rekaman uji fungsi dan kalibrasi
14.	Pemonitoran radioaktivitas		
	Pemantauan paparan radiasi di dek reaktor dan ruang kendali	Setiap reaktor beroperasi	Rekaman pemantauan paparan. Laju paparan ruang kontrol $\leq 10 \mu\text{Sv/jam}$. Laju paparan dek reaktor $\leq 100 \mu\text{Sv/jam}$.
	Pemantauan paparan radiasi di pipa inlet dan outlet demineralizer	Setiap periode reaktor beroperasi normal	Rekaman pemantauan paparan radiasi di pipa inlet dan outlet demineralizer.
	Pemantauan kontaminasi permukaan di dalam ruang reaktor	Dilakukan minimal 1 kali/bulan dalam keadaan reaktor beroperasi/tidak beroperasi	Rekaman pemantauan kontaminasi di dalam ruang reaktor.

PELAKSANAAN SURVEILANS PENUAAN DI TRIGA 2000

	Pemantauan radioaktivitas udara 1 meter dari permukaan air tangki reaktor pada daya minimal 700 kW	Setiap sekali periode reaktor beroperasi normal	Rekaman pemantauan radioaktivitas.
	Pemantauan radioaktivitas udara di ruang reaktor	Sekali selama periode reaktor beroperasi atau sebulan sekali jika reaktor tidak dioperasikan	Rekaman pemantauan radioaktivitas udara di ruang reaktor. Radioaktivitas udara di ruang reaktor I-131 $\leq 8,5 \times 10^4$ Bq/jam
	Pemantauan radioaktivitas lingkungan melalui pengambilan sampel tanah, rumput, air dan udara dan pengelolaan lingkungan	1 kali/3 bulan	Rekaman pemantauan radioaktivitas lingkungan.
	Pemantauan radioaktivitas udara di cerobong	Setiap reaktor beroperasi	Rekaman pemantauan radioaktivitas udara di cerobong. Pelepasan efluen di ujung cerobong I-131 $\leq 1,60 \times 10^3$ Bq/tahun.
	Pemantauan radioaktivitas air tangki reaktor	1 kali/3 bulan	Rekaman pemantauan radioaktivitas air tangki reaktor.

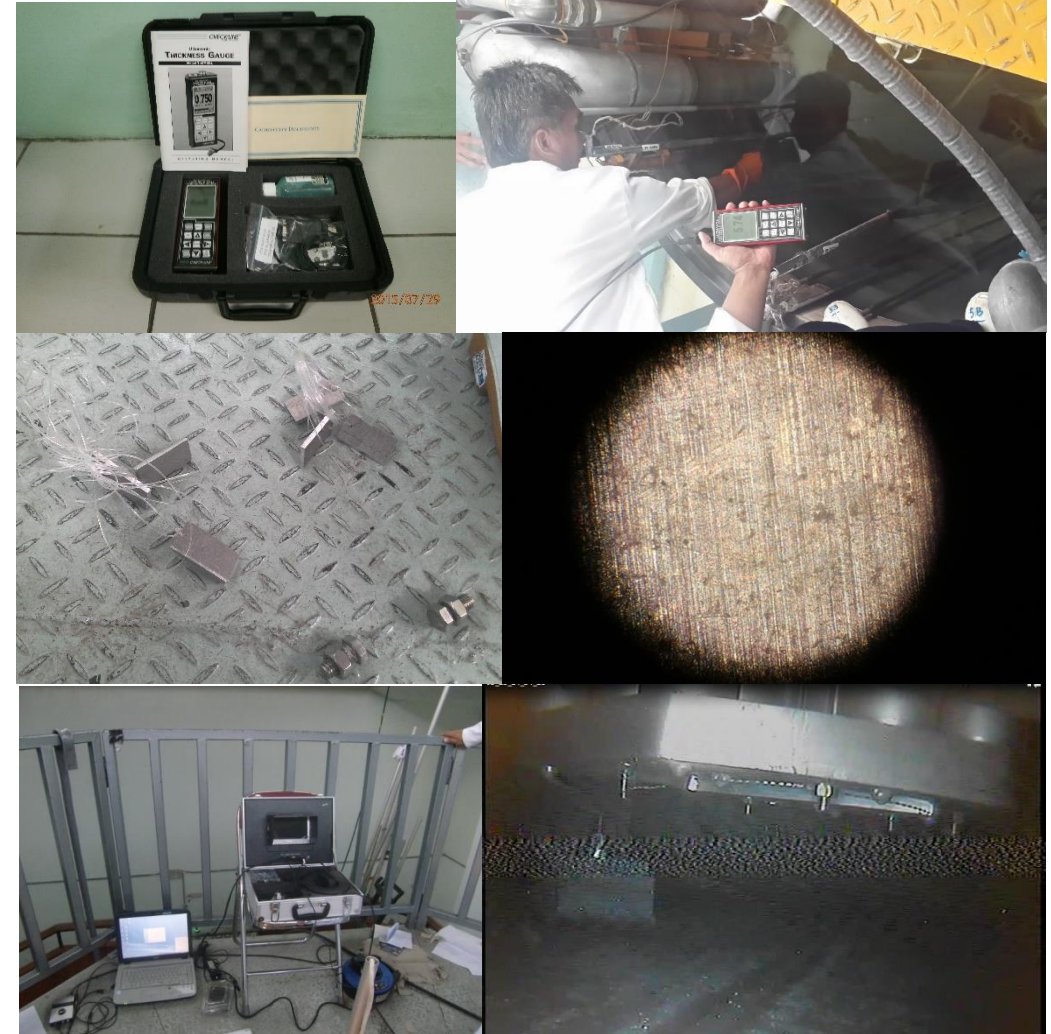
- a. data dasar, yaitu: data desain, fabrikasi, konstruksi, inspeksi dan kondisi lingkungan SSK Kritis sebelum digunakan atau difungsikan yang dapat memengaruhi Penuaan, antara lain pemilihan bahan sesuai kondisi operasi, degradasi Penuaan yang diperbolehkan, dan sifat-sifat mekanik bahan.
- b. data riwayat operasi, termasuk data penggunaan dan optimalisasi yang meminimalkan efek Penuaan SSK Kritis, data ketersediaan (availability), pengujian, data transien, laporan kejadian dan Kegagalan SSK Kritis;

No.	Kegiatan perawatan / perbaikan / penggantian	Tahun
1.	Kegiatan upgrading daya; penggantian liner tangki aluminium dengan cara menyisipkan tangki baru pada struktur liner lama dimana ruang/gap diantara liner lama dan baru diisi dengan menggunakan menggunakan teknik <i>grouting cement</i> .	2000
2.	In service inspection; pengamatan visual permukaan dalam tangki reaktor dengan menggunakan kamera bawah air	2012 s.d.2013
3.	Pengukuran ketebalan dan penanaman kupon aluminium; pengukuran ketebalan dengan menggunakan perangkat ukur ketebalan ultrasonik dengan probe tahan air, dan disertai penanaman kupon aluminium untuk mengukur laju korosi tangki	2015 s.d. saat ini



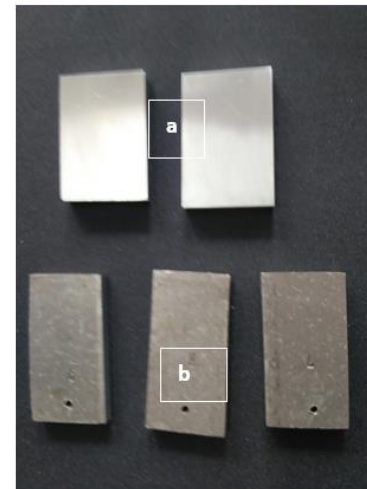
Surveilans di Reaktor TRIGA 2000

- Pengamatan visual menggunakan *underwater camera*
- Pengukuran ketebalan dinding tangki reaktor TRIGA 2000 dengan menggunakan metode *ultrasonic thickness*
- Perhitungan laju korosi dengan menggunakan kupon aluminium



Surveilans di Reaktor TRIGA 2000 – laju korosi dengan kupon Aluminium

- 3 coupons from 3 different depth 2 m, 4 m, 6 m
- Macro imaging of samples before and after immersion is obtained using microscope

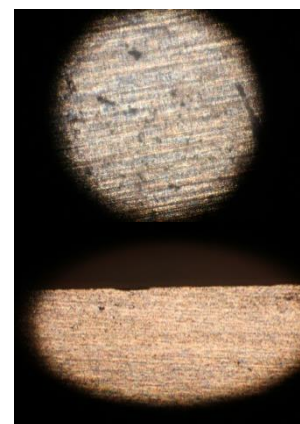
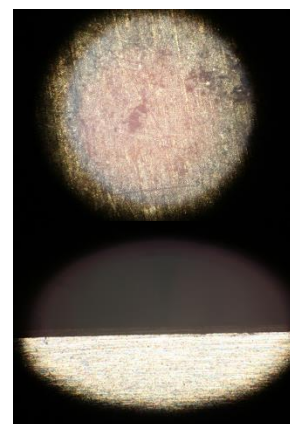
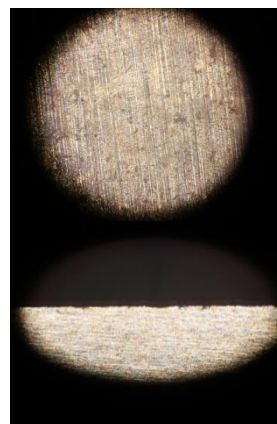


Sampel Al 6061

a) Before immersion & b) after immersion

After immersion at 2 m; 4 m; 6 m

Before immersion



Surface view

Cross section view

Surveillance di Reaktor TRIGA 2000 – laju korosi dengan kupon Aluminium

No. coupon	Initial mass (gr)	Final mass (gr)	Δ mass (gr)	Length (cm)	Wide (cm)	thickness (cm)	Surface area (cm ²)	CR mmpy
7 (2 m)	16.0745	15.9745	0.1000	4.83	2.607	0.4	31.13322	0.010205
8 (4 m)	16.725	16.6956	0.0294	5.053	2.63	0.4	32.72518	0.002854
9 (6 m)	16.5205	16.5121	0.0084	4.903	2.65	0.4	32.0283	0.000833

- Sampel at 2 m depth has the highest corrosion rate, 0.010205 mmpy
- At the shallow depth, the oxidation rate is higher because near the open air.
- At this highest corrosion rate, the Bandung TRIGA 2000 facility is still convenience in reference to 6 mm thick of Al-liner.



Terima Kasih