

LAMPIRAN I
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 5 TAHUN 2011
TENTANG
KETENTUAN PERAWATAN REAKTOR NONDAYA

FORMAT DAN ISI PROGRAM PERAWATAN

A. Format program perawatan terdiri atas:

1. uraian umum;
2. struktur organisasi perawatan dan tanggung jawab;
3. seleksi, kualifikasi dan pelatihan petugas di dalam kelompok perawatan;
4. struktur, sistem dan/atau komponen dan klasifikasinya yang akan dimasukkan ke dalam program perawatan;
5. metode dan teknik yang digunakan dalam perawatan;
6. prosedur teknis dan administratif;
7. kendali administratif;
8. penjadwalan;
9. kaji ulang dan verifikasi program;
10. dokumentasi;
11. penilaian hasil;
12. fasilitas perawatan; dan
13. pengadaan dan penyimpanan suku cadang.

B. Isi dari program perawatan meliputi:

1. Uraian Umum

Bagian ini berisi tujuan, dan ruang lingkup program secara keseluruhan.

2. Struktur Organisasi Perawatan dan Tanggung Jawab

Bagian ini berisi:

- struktur organisasi perawatan;
- tanggung jawab; dan

- antarmuka dengan kelompok atau organisasi lain yang terkait dengan perawatan reaktor.

3. Seleksi, Kualifikasi dan Pelatihan Petugas Perawatan

Bagian ini berisi:

- seleksi petugas perawatan sesuai dengan kualifikasi yang disyaratkan untuk kegiatan perawatan;
- uraian kualifikasi; dan
- pelatihan yang disyaratkan bagi petugas perawatan.

4. Struktur, Sistem dan/atau Komponen dan Klasifikasinya yang akan Dimasukkan ke dalam Program Perawatan

Bagian ini berisi :

- daftar semua struktur, sistem dan/atau komponen yang dirawat dan parameternya, sesuai dengan klas keselamatan dan/atau klas mutu; dan
- uraian singkat mengenai inspeksi atau surveilan, perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan.

5. Metode dan Teknik yang Digunakan dalam Perawatan

Bagian ini menguraikan metode dan teknik yang digunakan di dalam melakukan kegiatan perawatan.

6. Prosedur Administratif dan Teknis Perawatan

Bagian ini berisi daftar semua prosedur perawatan, yang meliputi prosedur administratif dan prosedur teknis perawatan.

7. Kendali Administratif

Bagian ini menguraikan kendali administratif yang diperlukan dalam pelaksanaan kegiatan perawatan.

8. Penjadwalan

Bagian ini berisi frekuensi dan penjadwalan perawatan rutin dan inspeksi *in-service*.

9. Kaji Ulang dan Verifikasi Program Perawatan

Bagian ini berisi persyaratan mengenai kaji ulang dan verifikasi program perawatan, termasuk kaji ulang terhadap prosedur perawatan, sebelum program perawatan dilaksanakan.

10. Dokumentasi

Bagian ini berisi:

- dokumentasi yang dipersyaratkan dan cara pengarsipan rekaman perawatan;
- informasi mengenai kegiatan perawatan yang perlu dilaporkan, yaitu kegiatan perawatan yang mempunyai dampak signifikan terhadap keselamatan.

11. Penilaian Hasil

Bagian ini berisi tata laksana untuk menilai hasil perawatan.

Tata laksana meliputi:

- metode atau cara penilaian hasil kegiatan perawatan;
- persyaratan bagi personil penilai; dan
- metode verifikasi kegiatan yang telah diselesaikan.

12. Fasilitas Perawatan

Bagian ini menguraikan secara singkat fasilitas di instalasi yang digunakan untuk kegiatan perawatan.

13. Pengadaan dan Penyimpanan Suku Cadang dan bahan

Bagian ini menguraikan:

- proses pengadaan dan identifikasi jenis dan jumlah suku cadang, dan bahan yang disimpan; dan
- kondisi dan batas waktu penyimpanan.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN II
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 5 TAHUN 2011
TENTANG
KETENTUAN PERAWATAN REAKTOR NONDAYA

CONTOH KEGIATAN PERAWATAN PENCEGAHAN PADA STRUKTUR, SISTEM DAN/ATAU KOMPONEN

A. Berikut adalah contoh kegiatan perawatan pencegahan dan penerapannya untuk peralatan yang umum terpilih.

1. Kegiatan Perawatan Pencegahan:

- a. inspeksi *walk-down* (pencarian kebocoran, tumpahan oli, getaran, *hot spots*, *noise* yang tidak biasa, dan lain lain);
- b. pengukuran parameter operasi (seperti arus, suhu);
- c. pemantauan kondisi;
- d. pelumasan;
- e. penggantian saringan;
- f. kendali kimia;
- g. pemeliharaan kebersihan;
- h. inspeksi internal;
- i. kalibrasi/kesegaran/pemeriksaan kesegaran;
- j. pemeriksaan dan penggantian oli;
- k. pengujian instrumentasi dan peralatan;
- l. penggantian komponen sebelum diprediksikan gagal;
- m. perawatan besar;
- n. penambahan bahan habis pakai (misalnya bahan penghambat korosi);
- o. pengecatan dan perawatan permukaan.

2. Penerapan perawatan pencegahan terhadap peralatan khusus:

a. Katup

1. inspeksi visual;
2. pelumasan;

3. pembersihan/pemeliharaan;
 4. penggantian komponen.
- b. Peralatan yang memiliki komponen berputar (misalnya pompa, kompresor, dan lain lain)
1. inspeksi visual;
 2. penyeimbangan bagian yang berputar;
 3. pelumasan;
 4. pengukuran arus listrik;
 5. pemeriksaan sirkuit proteksi (terhadap kelebihan beban, getaran dan pemanasan berlebih);
 6. penggantian komponen.
- c. Penukar panas
1. inspeksi bagian dalam;
 2. pembersihan tabung;
 3. pembilasan (*back-flushing*);
 4. penggantian gasket atau *seal*;
 5. penyumbatan (*plugging*) tabung.
- d. Sistem listrik
1. inspeksi visual;
 2. pembersihan *switchgear*, panel distribusi;
 3. pengukuran impedansi.
- e. Sistem instrumentasi dan kendali
1. kalibrasi;
 2. uji fungsi, uji verifikasi untuk sinyal luaran;

3. penggantian *relay*, sekering, kontak.

f. Sistem pengungkung

1. uji kebocoran;
2. penggantian *seal*;
3. pembersihan filter.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN III
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 5 TAHUN 2011
TENTANG
KETENTUAN PERAWATAN REAKTOR NONDAYA

CONTOH KEGIATAN SURVEILAN PADA STRUKTUR, SISTEM DAN KOMPONEN YANG PENTING UNTUK KESELAMATAN

Persyaratan surveilan umumnya ditetapkan pada parameter struktur, sistem dan komponen dengan batas keselamatan, pengesetan sistem keselamatan dan kondisi batas untuk operasi normal. Persyaratan surveilan biasanya mencakup tiga jenis pengujian, yaitu uji fungsi, inspeksi, dan kalibrasi.

Tabel III-1 menunjukkan parameter reaktor dan struktur, sistem dan komponen yang umumnya dilakukan surveilan.

Tabel III-1. Contoh kegiatan surveilan

	Uji fungsi	Kalibrasi	Inspeksi ^a : pengukuran, pemantauan, pencuplikan, perhitungan.
Batas Reaktivitas			
Reaktivitas lebih teras			√
Nilai reaktivitas batang kendali			√
Margin shutdown ^b			√
Sistem proteksi dan sistem shutdown			
Shutdown daya lebih	√	√	
Kanal <i>startup</i>	√	√	
Kanal laju cacah logaritmis	√	√	

	Uji fungsi	Kalibrasi	Inspeksi ^a : pengukuran, pemantauan, pencuplikan, perhitungan.
Kanal keselamatan perioda	√	√	
Kanal keselamatan level fluks	√	√	
<i>scram</i> ^c akibat ketidaksesuaian daya/aliran	√		
<i>scram</i> akibat berkurangnya aliran	√	√	
<i>scram</i> akibat kegagalan pompa primer	√		
<i>scram</i> akibat perubahan beda tekanan di teras	√	√	
<i>scram</i> akibat kehilangan catu daya listrik	√		
pemantauan radiasi (operasi, alarm, <i>scram</i>)	√	√	
waktu respons pelepasan batang kendali			√
waktu jatuh batang kendali			√
tombol <i>scram</i> manual	√		
kunci daya magnet batang kendali	√		
<i>scram</i> akibat penurunan	√	√	

	Uji fungsi	Kalibrasi	Inspeksi ^a : pengukuran, pemantauan, pencuplikan, perhitungan.
tinggi air kolam			
Instrumentasi dan Kendali			
Kanal level daya linier	√	√	
Pemantauan radiasi udara (Ar-41)	√	√	√
Pemantauan partikel udara	√	√	√
Pemantauan radiasi udara buang	√	√	√
Pemantauan produk fisi	√	√	√
Pemantauan aktivitas limbah cair	√	√	√
Sistem pengungkung dan ventilasi			
Tekanan pengungkung			√
sistem isolasi pengungkung	√		
Pemindahan ke moda operasi darurat	√		
<ul style="list-style-type: none"> – sistem ventilasi normal tidak beroperasi – <i>dumper</i> ventilasi tertutup – sistem darurat 			

	Uji fungsi	Kalibrasi	Inspeksi ^a : pengukuran, pemantauan, pencuplikan, perhitungan.
bekerja			
Sistem Pendingin			
pH pendingin primer		√	√
Konduktivitas pendingin primer		√	√
Analisis kimia pendingin primer			√
Kandungan aktivitas pendingin primer			√
Analisis kimia pendingin sekunder			√
Bahan Bakar			
Pengukuran dimensi			√
Pengamatan visual			√
Fraksi bakar			√
Lain-lain			
Pendingin teras darurat	√	√	
Catu daya darurat	√		
Pemadam kebakaran	√		
Kondisi elemen reflektor			√
Inspeksi visual teras			√
Sistem kolam	√		

	Uji fungsi	Kalibrasi	Inspeksi ^a : pengukuran, pemantauan, pencuplikan, perhitungan.
penyimpanan bahan bakar - Level			
Sistem bantu			
- Udara terkompresi	√		
- peralatan pengangkat	√		√
- sistem komunikasi	√		√
- sistem pencahayaan	√		√

^aKegiatan surveilan.

^bMargin shutdown adalah reaktivitas negatif yang disediakan dalam penambahan untuk reaktivitas yang dibutuhkan untuk menjaga reaktor dalam kondisi subkritis tanpa batas waktu, dengan peralatan kendali reaktivitas dihilangkan dari teras dan dengan semua eksperimen yang dapat dipindahkan atau berubah selama operasi dalam kondisi paling reaktif.

^cHanya berlaku pada moda aliran paksa.

^d**Rundown** adalah penyisipan batang kendali secara otomatis.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN IV
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 5 TAHUN 2011
TENTANG
KETENTUAN PERAWATAN REAKTOR NONDAYA

CONTOH METODE DAN TEKNIK PERAWATAN

Beberapa metode dan teknik dapat digunakan dalam program perawatan. Metode tersebut meliputi metode pengukuran dimensi dan listrik, analisis kimia, dan metode uji tak rusak.

Beberapa contoh metode pemeriksaan yang dilakukan dalam program pengujian dan inspeksi diuraikan di sini.

Contoh dari metode dan teknik pengujian tak merusak untuk inspeksi *in-service* juga diberikan di sini.

1. Pemeriksaan visual

Pemeriksaan visual memberikan informasi mengenai kondisi umum struktur, sistem dan/atau komponen yang akan diperiksa, termasuk kondisi-kondisi seperti goresan, aus, retak, korosi atau erosi permukaan, dan bukti kebocoran. Alat bantu optik seperti kamera televisi, teleskop bawah air, *flexible fiber-scope*, endoskop, *videoimage-scopes*, teropong, cermin, replika pasta dan kaca pembesar mungkin berguna untuk kegiatan ini.

2. Pemeriksaan permukaan

Pemeriksaan permukaan dilakukan untuk menggambarkan atau membuktikan keberadaan cacat permukaan atau dekat permukaan atau diskontinuitas. Pemeriksaan ini dilakukan dengan teknik yang menggunakan cairan penetran, *eddy current*, uji kekerasan *in-situ* atau analisis vibrasi. Pemeriksaan *eddy current* biasanya diterapkan pada tabung penukar panas.

3. Pemeriksaan volumetrik

Pemeriksaan volumetrik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keberadaan, ukuran dan kedalaman dari cacat permukaan atau bawah permukaan atau diskontinuitas, dan biasanya meliputi radiografi atau ultrasonik.

Teknik radiografi, menggunakan radiasi seperti sinar X, sinar gamma atau neutron termal, dapat digunakan dengan alat perekam gambar yang sesuai, tidak hanya untuk mendeteksi adanya cacat, tetapi juga untuk mengetahui ukurannya.

Metode pengujian ultrasonik biasanya digunakan untuk mengetahui panjang dan kedalaman cacat dan mengukur ketebalan dari suatu obyek. Metode ini biasanya diterapkan pada pipa.

4. Teknik pengujian lain

Teknik pengujian lain, seperti pengujian hidrostatis pada peralatan bertekanan dan pengujian kebocoran dengan menggunakan gas helium, dapat digunakan.

Berikut ini adalah tabel ringkasan metode dan teknik yang telah diuraikan di atas.

Tabel Ringkasan Metode dan Teknik Inspeksi

No.	Metode	Teknik
1.	Visual	- Visual - Replika pasta
2.	Permukaan	- Cairan penetran
		- <i>Eddy Current</i>
		- Analisis vibrasi

		- Uji Kekerasan <i>In-situ</i>
3.	Volumetrik	- Radiografi
		- Ultrasonik
4.	Lainnya	- Uji kebocoran
		- Uji tekanan
		- Partikel magnetik

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN V
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 5 TAHUN 2011
TENTANG
KETENTUAN PERAWATAN REAKTOR NONDAYA

CONTOH FORMULIR PERSETUJUAN PELAKSANAAN PEKERJAAN

- a. Persetujuan pelaksanaan pekerjaan dibuat dalam suatu formulir standar yang memberikan ringkasan tentang:
 1. pekerjaan yang harus dilakukan;
 2. ketentuan untuk mengurangi bahaya;
 3. ketentuan tindakan keselamatan yang harus diambil; dan
 4. memuat tandatangan petugas yang bertanggung jawab.
- b. Persetujuan pelaksanaan pekerjaan meliputi:
 1. permintaan untuk melakukan pekerjaan;
 2. ketentuan kerja, mencakup persyaratan keselamatan dan keamanan;
 3. ketentuan proteksi radiasi;
 4. persetujuan kerja;
 5. pemberitahuan dari petugas di ruang kendali;
 6. pengesahan penyelesaian pekerjaan.
- c. Contoh formulir persetujuan pelaksanaan pekerjaan diberikan pada tabel V.1 dan tabel V.2

Berikut ini adalah contoh tahapan kendali kinerja perawatan:

1. setiap personil instalasi dapat mengajukan permintaan untuk perawatan. Supervisor perawatan mempertimbangkan permintaan tersebut. Jika menyetujui, supervisor perawatan memberikan persetujuan pelaksanaan pekerjaan, dengan mengidentifikasi struktur, sistem dan/atau komponen dan pekerjaan yang harus dilakukan;
2. supervisor perawatan bertanggung jawab menentukan kriteria terkait dengan tugas yang diminta dan mengumpulkan seluruh dokumen yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan (seperti prosedur, gambar, dan manual). Kriteria tersebut mencakup ketentuan untuk menghindari bahaya (misalnya dengan memakai isolasi elektrik atau isolasi dari gas atau suplai cairan). Bahaya yang tidak dapat dihindari diidentifikasi dengan jelas dan instruksi yang sesuai diberikan (misalnya untuk pakaian atau peralatan bernafas). Pada tahap ini,

isolasi peralatan atau sistem yang dirawat telah ditentukan, dan prosedur isolasi atau instruksi juga telah ditetapkan;

3. Petugas proteksi radiasi memberikan pertimbangan proteksi radiasi terhadap tugas yang akan dilakukan. Langkah-langkah proteksi radiasi utama yang perlu dilakukan dalam melaksanakan kegiatan perawatan terdiri atas:
 - a) pemantauan dan pemetaan medan radiasi di daerah kerja;
 - b) pemantauan dan pemetaan permukaan yang terkontaminasi di daerah kerja;
 - c) penggunaan peralatan dan prosedur untuk dekontaminasi;
 - d) pengendalian di pintu masuk ke daerah kerja, termasuk ketentuan mengenai pakaian pelindung, sarung tangan dan alat pelindung pernafasan (misalnya masker);
 - e) pemantauan personil dan peralatan pada saat meninggalkan daerah kerja;
 - f) pemberian saran kepada petugas perawatan mengenai tingkat dosis dan waktu bekerja, dan pengawasan terhadap petugas perawatan; dan
 - g) pengumpulan data paparan radiasi personil.
4. Manajer reaktor mengkaji ulang tugas yang akan dilakukan dan, jika diperlukan, menambahkan persyaratan atau instruksi lebih lanjut. Manajer reaktor juga bertanggung jawab untuk menjadwalkan dimulainya pekerjaan.
5. Semua pekerjaan perawatan dikoordinasikan dengan petugas di ruang kendali dan supervisor reaktor, oleh karena itu supervisor reaktor mengkaji ulang pekerjaan perawatan. Supervisor reaktor juga bertanggung jawab untuk mengisolasi peralatan atau sistem. Metode untuk menandai komponen yang diisolasi dilakukan oleh petugas pengoperasi. Salah satu caranya adalah dengan melekatkan label isolasi pada peralatan yang diisolasi dan pada aktuator operasi jarak jauh.
6. Pengesahan penyelesaian pekerjaan diterbitkan setelah ketentuan berikut terpenuhi:
 - a) pekerjaan perawatan telah selesai;

- b) semua penyesuaian, kalibrasi-ulang dan verifikasi telah dilaksanakan;
 - c) sistem telah diperbaiki ke status yang diinginkan;
 - d) uji fungsi telah dilakukan.
- d. Supervisor perawatan bertanggung jawab mengeluarkan sertifikat penyelesaian pekerjaan setelah supervisor reaktor telah menjamin perbaikan peralatan ke keadaan normal.
- e. Penerimaan oleh manajer reaktor diperlukan.
- f. Dalam catatan operasi reaktor dinyatakan bahwa perawatan telah diselesaikan dan konfigurasi reaktor telah diverifikasi.

Tabel V.1 Contoh Form Persetujuan Kerja dari IAEA

<u>PERSETUJUAN KERJA</u>	
DIPERLUKAN PERSETUJUAN TERLEBIH DAHULU SEBELUM PEKERJAAN DIMULAI	
A. PERMINTAAN KERJA (Pemrakarsa)	
Dimintakan oleh :	Tanggal :
Identifikasi peralatan :	
Uraian pekerjaan :	
B. KETENTUAN KERJA (Supervisor Perawatan)	
Nama dan Jabatan Supervisor Perawatan:	
Ketentuan khusus :	

Prosedur, gambar, manual, dll. terlampir :		
Ketentuan Isolasi:		
Tanggal :		Tanda tangan :
C. PROTEKSI RADIASI (Petugas Proteksi Radiasi)		
Daerah pengukuran dosis:	Waktu yang diperkirakan:	Jumlah pekerja:
Tindakan-tindakan proteksi radiasi yang harus diterapkan :		
Tanggal :		Tanda tangan : Tanggal....
D. PERSETUJUAN KERJA (Manajer Reaktor)		
Instruksi Tambahan/komentar		
Mulai bekerja pada (tanggal dan jam) :		
Tanggal :		Tanda tangan :
E. REKAMAN PERSONIL RUANG KENDALI (Supervisor Reaktor)		
Komponen yang telah diisolasi (bila diperlukan) :		
Tanggal :		Tanda tangan :

F. PENGESAHAN PENYELESAIAN PEKERJAAN		
Supervisor Perawatan Tangan :	Tanggal :	Tanda
Supervisor Reaktor Tangan :	Tanggal :	Tanda
Manajer Reaktor Tangan : (khusus untuk struktur, sistem dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan)	Tanggal :	Tanda

Tabel V.2 Contoh Form Persetujuan Kerja dari RSG - GAS

BATAN PPTRR	MANAJEMEN PERAWATAN REAKTOR PERMINTAAN PERBAIKAN DAN IJIN KERJA		No.	:
			ident.	
			Revisi	:
		Hal/Jl.Ha	:	l
NO.		PEMBUAT:		TANGGAL:
GEDUNG:	LOKASI:	SISTEM/KOMPONE	SAFETY	
		N	CLASS	
		A/B/C/E		
URAIAN GANGGUAN/KEGIATAN/KERUSAKAN			MEKANIK	
			ELEKTRIK	
			INST. CONTROL	

				DAMPAK PADA OPERASI ADA <input type="checkbox"/> TIDAK <input type="checkbox"/>	
AKIBAT YANG DITIMBULKAN				PARAF SUPERVISOR 	
INSTRUKSI/KEGIATAN PERBAIKAN				PET.PRWT / KEL. KERJA	
				NAMA: 	
				TANGGAL: 	
BLOKING/ PET.OPR	PROT.RAD/ K.K	QA/LAIN- LAIN	IJIN KHUSUS	IJIN SUPERVISOR	
NAMA:				NAMA:	
TANGGAL:				TANGGAL:	
LAPORAN PEKERJAAN / PENGGUNAAN SUKU CADANG 					
CABUT BLOKING	UJI FUNGSI: YA <input type="checkbox"/> TIDAK <input type="checkbox"/>			PEKERJAAN SELESAI	
NAMA : TANGGAL :	NAMA OPR : PET.PRWT/QA : HASIL :			SUPPVS : TGL: KOMENTAR :	

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN