

**PEDOMAN PELATIHAN
OPERATOR DAN SUPERVISOR
REAKTOR NON DAYA**



**DIREKTORAT PENGEMBANGAN KOMPETENSI
DEPUTI BIDANG SUMBER DAYA MANUSIA IPTEK
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
2025**

LEMBAR VALIDASI

TINDAKAN	N A M A	JABATAN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Disiapkan oleh	Pramaning Tri Hastari	Widyaiswara Ahli Muda	 TT ELEKTRONIK	07.02.2025
	Rinawati Anwar	Pengembang Teknologi Pembelajaran Ahli Madya	 TT ELEKTRONIK	07.02.2025
Diperiksa oleh	Alpha Fadila Juliana Rahman	Ketua Tim Layanan Pengembangan Kompetensi SDM Iptek I	 TT ELEKTRONIK	10.02.2025
Disetujui oleh	Rahma Lina	Plt. Direktur Pengembangan Kompetensi	 TT ELEKTRONIK	10.02.2025

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi Singkat Pelatihan	1
B. Tujuan Program	3
C. Hasil Belajar	3
BAB II MATERI PELATIHAN.....	6
A. Struktur Materi Pelatihan	6
B. Mata Ajar dan Ringkasan Materi	6
BAB III PENYELENGGARA PELATIHAN	36
A. Skema Penyelenggaraan Pelatihan	36
B. Jadwal Pelatihan	36
C. Learning Management System (LMS) BRILIANT	37
BAB IV SUMBER DAYA MANUSIA (SDM) PELATIHAN	39
A. Fasilitator Pelatihan	39
B. Penyelenggara Pelatihan	39
C. Penjamin Mutu Pelatihan.....	40
BAB V PESERTA.....	42
A. Kriteria Dan Persyaratan Peserta	42
B. Jumlah Peserta.....	42
BAB VI PEMANTAUAN DAN EVALUASI PELATIHAN	43
A. Pemantauan dan Evaluasi.....	43
B. Evaluasi Terhadap Peserta	44
C. Evaluasi Terhadap Pengajar Dan Tenaga Kediklatan	46
D. Evaluasi Terhadap Penyelenggaraan Pelatihan.....	46
E. <i>Evaluasi Program</i>	46
BAB VII SERTIFIKAT DAN REGISTRASI.....	47
A. Sertifikat	47
D. Registrasi	47
Lampiran 1	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi Singkat Pelatihan

Dalam Undang Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran pada pasal 19 ayat 1 menyatakan bahwa setiap petugas yang mengoperasikan reaktor nuklir dan petugas tertentu di dalam instalasi nuklir lainnya dan di dalam instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion wajib memiliki izin. Instalasi nuklir yang dimaksud meliputi

1. reaktor nuklir, meliputi reaktor daya dan reaktor non daya
2. fasilitas yang digunakan untuk pemurnian, konversi, pengayaan bahan nuklir, fabrikasi bahan bakar nuklir dan/atau pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas, dan/atau
3. fasilitas yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas.

Pada ayat 2 dinyatakan bahwa persyaratan untuk memperoleh izin diatur oleh Badan Pengawas. Berdasarkan hal ini, maka dalam hal pengoperasian instalasi nuklir tersebut diperlukan izin bekerja. Izin bekerja (berupa Surat Izin Bekerja/SIB) merupakan persetujuan tertulis dalam bentuk dokumen yang diberikan kepada Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir (IBN) untuk melaksanakan tugas sesuai dengan kualifikasi yang dimilikinya.

Sehubungan dengan hal tersebut, Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) telah menerbitkan Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2019 tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir. Salah satu lingkup pengaturan dalam peraturan badan ini terkait dengan pelatihan dan kompetensi yang ditetapkan untuk Petugas Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir pada reaktor non daya. Pengaturan yang dilakukan meliputi persyaratan pengajuan Surat Izin Bekerja (SIB) yaitu sertifikat pelatihan berdasarkan kompetensi. Terkait dengan pelatihan tersebut, pada Perka BAPETEN ini menjelaskan tentang kompetensi yang harus dimiliki oleh petugas instalasi dan bahan nuklir. Untuk pemenuhan kompetensi, salah satunya dapat dilakukan melalui pelatihan.

Badan Riset dan Inovasi Nasional melalui Peraturan Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2021 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Riset dan Inovasi Nasional, pada Pasal 75 disebutkan bahwa BRIN melalui Direktorat Pengembangan Kompetensi (Ditbangten) mempunyai tugas untuk melaksanakan pengembangan program dan kerja sama serta penyelenggaraan pengembangan kompetensi sumber daya manusia, salah satunya di bidang ketenagapanukliran.

Pengembangan kompetensi dilaksanakan dengan pembelajaran terintegrasi seperti tercantum pada pasal 203 ayat 4(a) Peraturan Pemerintah No. 17 Tahun 2020 secara jelas menyatakan bahwa pengembangan kompetensi yang dilaksanakan melalui pendekatan sistem pembelajaran terintegrasi (*Corporate University*). Pembelajaran dilakukan menggunakan model 10:20:70 dimana 10 % pembelajaran terstruktur atau formal melalui tatap muka maupun online, 20% pembelajaran sosial (termasuk bimbingan, pembinaan, pendampingan, bimbingan belajar, dll.) dan 70% pembelajaran di tempat kerja melalui penyelesaian tugas atau project, riset, *On the Job Training* dan lain-lain. Metode pembelajaran menerapkan metode klasikal dan non klasikal seperti diatur dalam Peraturan Lembaga Administrasi Negara No. 10 Tahun 2018 tentang Pengembangan Kompetensi Pegawai Negeri Sipil dan Peraturan LAN Nomor 8 Tahun 2018 tentang pedoman penyelenggaraan pengembangan kompetensi PNS melalui *e-learning*.

Pemanfaatan LMS sengaja dipilih sebagai alternatif untuk menjalankan proses pelatihan secara *e-learning* diharapkan dapat menjadikan proses interaksi pembelajaran menjadi sederhana, mudah dan ramah dalam aksesibilitasnya. Proses pembelajaran dengan pendekatan *blended learning* memungkinkan untuk mengkolaborasikan pembelajaran melalui *e-learning* dan pembelajaran secara klasikal dengan tatap muka langsung antara peserta dan fasilitator sedangkan pendekatan pembelajaran secara *distance learning* mendorong proses pembelajaran sepenuhnya menggunakan pembelajaran secara *online*. Metode pembelajaran secara *e-learning* meliputi pembelajaran secara mandiri oleh peserta (*asynchronous*) dipadukan dengan proses pembelajaran interaksi tatap maya (*synchronous*), keseluruhan proses dilakukan secara daring penuh. Di akhir pelatihan, diadakan proses

uji kompetensi yang dilakukan secara klasikal (*blended learning*) dan daring (*distance learning*) menyesuaikan kondisi dan situasi terkini.

B. Tujuan Program

Tujuan penyelenggaraan Pelatihan untuk lingkup Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir Pada Reaktor Non Daya adalah untuk memperoleh SDM yang kompeten, profesional dan berwawasan luas yang mempunyai kompetensi sebagai Petugas Instalasi Dan Bahan Nuklir Pada Reaktor Non Daya.

C. Hasil Belajar

1. Kompetensi Operator Reaktor Non Daya

Operator RND memiliki kompetensi operator RND dan mampu untuk:

- 1) menjelaskan peraturan perundang-undangan terkait RND;
- 2) menjelaskan fitur dan komponen teras reaktor
- 3) menerapkan proteksi dan keselamatan radiasi;
- 4) menerapkan budaya keselamatan;
- 5) menerapkan keselamatan nuklir;
- 6) menjelaskan batasan dan kondisi operasi;
- 7) melaksanakan kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir;
- 8) melaksanakan pengoperasian reaktor dari *start-up* sampai *shutdown* sesuai prosedur;
- 9) melaksanakan pengoperasian sistem bantu reaktor;
- 10) melaksanakan tindakan koreksi kejadian operasi terantisipasi pada reaktor sesuai prosedur;
- 11) melaksanakan penanganan sampel iradiasi dan fasilitas eksperimen;
- 12) melaksanakan pengoperasian sistem keselamatan teknis reaktor;
- 13) menjelaskan karakteristik operasi dan kendali reaktivitas dalam berbagai kondisi pengoperasian;
- 14) melaksanakan pemeriksaan kelengkapan sarana operasi sesuai prosedur;
- 15) melaksanakan kegiatan yang berkaitan dengan manajemen teras;
- 16) melaksanakan pengoperasian sistem instrumentasi dan kendali;
- 17) menjelaskan pengukuran waktu jatuh dan kalibrasi batang kendali;

- 18) menjelaskan kalibrasi daya;
- 19) melaksanakan pengoperasian sistem pendingin reaktor dan sistem terkait kimia air; dan/atau
- 20) melaksanakan pengamatan parameter operasi dan pengisian rekaman operasi.

2. Kompetensi Supervisor Reaktor Non Daya

Supervisor RND memiliki kompetensi yang tersebut di kompetensi Operator dan RND dan mampu untuk:

- 1) menjelaskan peraturan perundang-undangan terkait RND;
- 2) menjelaskan aspek keselamatan termohidrolika dan netronik reaktor;
- 3) menjelaskan batasan dan kondisi operasi reaktor;
- 4) menjelaskan laporan analisis keselamatan;
- 5) menjelaskan sistem manajemen teras reaktor;
- 6) mengevaluasi jadwal operasi reaktor;
- 7) melaksanakan evaluasi kelengkapan sarana operasi sesuai prosedur;
- 8) melaksanakan pengawasan terhadap pelaksanaan operasi reaktor termasuk pengawasan operasi dari semua sistem bantu;
- 9) mengendalikan tindakan koreksi kejadian operasi terantisipasi reaktor sesuai prosedur;
- 10) melaksanakan pengawasan kegiatan yang berkaitan dengan manajemen teras dan penanganan bahan bakar nuklir serta bahan fisil lainnya;
- 11) melaksanakan pengawasan pekerjaan yang melibatkan radiasi dan kontaminasi yang terkait dengan operasi RND, bekerja sama dengan petugas proteksi radiasi;
- 12) melaksanakan pengawasan terhadap pelaksanaan eksperimen, dan terhadap pemasangan dan pembongkaran peralatan eksperimen;
- 13) membuat laporan kegiatan pengoperasian reaktor;
- 14) melaksanakan penyusunan laporan kejadian operasi terantisipasi dan kecelakaan kepada manajer RND;
- 15) melaksanakan sistem manajemen reaktor.
- 16) menjelaskan pelaksanaan program manajemen penuaan reaktor;
- 17) menjelaskan modifikasi SSK;

- 18) mengendalikan tindakan penanggulangan kedaruratan nuklir di instalasi;

BAB II

MATERI PELATIHAN

A. Struktur Materi Pelatihan

Salah satu komponen penting pelatihan adalah kurikulum dan silabus pelatihan yang akan dijabarkan lebih lanjut dalam pembuatan materi pelatihan. Untuk itu perlu dilakukan pembuatan kurikulum dan silabus dengan mengacu pada Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2019 tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir.

Materi pelatihan untuk Lingkup Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir pada Reaktor Non Daya dikelompokkan ke dalam:

1. Kelompok Materi Dasar adalah pelajaran-pelajaran yang mendasari materi utama sehingga perlu diajarkan sebelum materi utama. Materi Dasar diberikan untuk membekali peserta dengan pengetahuan umum terkait tugas seorang petugas instalasi dan bahan nuklir pada reaktor non daya.
2. Kelompok Materi Utama adalah pelajaran-pelajaran pokok yang harus diajarkan untuk mencapai tujuan pelatihan. Materi Utama diberikan untuk membekali peserta dengan pengetahuan terkait tugas pokok sebagai petugas instalasi dan bahan nuklir pada reaktor non daya.
3. Kelompok Materi Penunjang adalah pelajaran-pelajaran yang menunjang materi utama. Materi Penunjang diberikan untuk membekali peserta dengan pengetahuan yang menunjang tugas seorang petugas instalasi dan bahan nuklir pada reaktor non daya.

B. Mata Ajar dan Ringkasan Materi

1. Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya

a. Mata Ajar dan Jumlah Jam

Pada pelatihan operator dan supervisor reaktor non daya ini, terdapat beberapa materi utama yang berbeda antara peserta calon operator dan peserta calon supervisor, yang ditunjukkan dengan tanda bintang (*). Adapun rincian mata ajar pada untuk calon operator adalah seperti tersebut dibawah:

NO	MATA AJAR	JAM PELAJARAN	
		SIB Baru	Penyegaran
	<i>Pembelajaran Terstruktur</i>		
	Kelompok Materi Dasar		
1	Dasar Fisika Reaktor	4	2
2	Perpindahan Panas	3	2
3	Keselamatan Radiasi, Pengelolaan Limbah Radioaktif, dan B3	5	3
4	Peraturan Perundang-undangan terkait RND	4	1
5	Sistem Manajemen RND	2	1
6	Budaya Keselamatan	3	2
	Kelompok Materi Utama		
1	Keselamatan Nuklir	4	2
2	Sistem Reaktor Non Daya	3	1
3	Sistem Pendingin	4	2
4	Kimia Air	2	2
5	Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor	4	2
6	Sistem Pendukung Reaktor	4	2
7	Utilisasi Reaktor	3	1
8	Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir	3	2
9	Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir	3	2
10	Pengoperasian Reaktor*	5	3
11	Fitur Keselamatan Teknis*	3	2
12	Batasan dan Kondisi Operasi*	5	2
	Kelompok Materi Penunjang		
1	Penjelasan Pelatihan, Tes Awal, Tes Akhir	3	3
2	Presentasi Hasil Praktikum	-	2
3	Ujian Teori dan Ujian Lisan	3	3
4	Responsi	2	2
	<i>Pembelajaran Sosial</i>		
1	Pengoperasian Reaktor	9	9
	Proteksi Fisik	4	
2	Praktikum Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir	4	3

NO	MATA AJAR	JAM PELAJARAN	
		SIB Baru	Penyegaran
	<i>Pembelajaran Eksperensial</i>	45	-
TOTAL		134	56

Keterangan: 1 JP selama 45 menit.

Adapun mata ajar untuk peserta supervisor (penyegaran) adalah sebagai berikut:

No.	MATA AJAR	JAM PELAJARAN (PENYEGARAN)
	<i>Pembelajaran Terstruktur</i>	
	Kelompok Materi Dasar	
1	Dasar Fisika Reaktor	2
2	Perpindahan Panas	2
3	Keselamatan Radiasi, Pengelolaan Limbah Radioaktif, dan B3	3
4	Peraturan Perundang-undangan terkait RND	2
5	Sistem Manajemen RND	2
6	Budaya Keselamatan	2
	Kelompok Materi Utama	
1	Keselamatan Nuklir	2
2	Sistem Reaktor	2
3	Sistem Pendingin	2
4	Kimia Air	2
5	Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor	2
6	Sistem Pendukung dan Catu Daya	2
7	Utilisasi Reaktor	2
8	Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir	2
9	Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir	2
10	Pengoperasian Reaktor*	2
11	Keselamatan Neutronik dan Termohidrolik Reaktor*	2
12	Kecelakaan Dasar Desain*	1
13	Laporan Analisis Keselamatan*	2
14	Manajemen Operasi*	1

No.	MATA AJAR	JAM PELAJARAN (PENYEGARAN)
15	Manajemen Penanganan Teras Reaktor *	1
16	Manajemen Penuaan*	1
17	Modifikasi SSK*	1
18	Penjelasan Penyusunan Kertas Kerja	1
	Kelompok Materi Penunjang	
1	Penjelasan Pelatihan, Tes Awal, Tes Akhir	3
2	Presentasi Hasil Praktikum	2
3	Ujian Teori dan Ujian Lisan	3
	Pembelajaran Sosial	
1	Praktikum Pengoperasian Reaktor	9
2	Praktikum Penyusunan Kertas Kerja	2
3	Praktikum Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir	1
	TOTAL	70

b. Deskripsi Materi

Materi pada struktur kurikulum dideskripsikan sebagai berikut :

1. Materi Dasar

a) Dasar Fisika Reaktor

1) Deskripsi singkat

Mata ajar Dasar Fisika Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor untuk memahami konsep dasar fisika reaktor dengan baik. Mata ajar Dasar Fisika Reaktor mencakup Karakteristik Atom, Interaksi Neutron, Reaksi Pembelahan, Laju Reaksi dan Pembangkitan Daya, Moderasi Neutron, Reaktivitas, Kinetika Reaktor, Koefisien Reaktivitas dan Racun Neutron Produk Fisi.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta mampu menjelaskan konsep dasar fisika reaktor dengan baik.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan karakteristik atom, mencakup struktur, partikel penyusun inti atom, kestabilan inti dan radioaktivitas;

- Menjelaskan interaksi neutron dengan suatu inti atom;
- Menjelaskan reaksi pembelahan;
- Menjelaskan keterkaitan laju reaksi dan pembangkitan daya;
- Menjelaskan moderasi neutron;
- Menjelaskan reaktivitas;
- Menjelaskan kinetika reaktor;
- Menjelaskan koefisien reaktivitas;
- Menjelaskan racun neutron produk fisi.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Dasar Fisika Reaktor mencakup :

Karakteristik Atom, Interaksi Neutron, Reaksi Pembelahan, Laju Reaksi dan Pembangkitan Daya, Moderasi Neutron, Reaktivitas, Kinetika Reaktor, Koefisien Reaktivitas dan Racun Neutron Produk Fisi.

b) Keselamatan Radiasi, Pengelolaan Limbah Radioaktif dan B3

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Keselamatan Radiasi, Pengelolaan Limbah Radioaktif dan B3 dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor untuk memahami prinsip keselamatan radiasi dan pengelolaan limbah radioaktif pada RND. Mata ajar Keselamatan Radiasi dan Pengelolaan Limbah Radioaktif mencakup Sumber Radiasi, Dasar-dasar proteksi Radiasi, proteksi Radiasi Eksternal dan Internal, Sistem Penanganan Limbah Radioaktif: Limbah Cair, Limbah Semi Cair, Limbah Padat, dan Limbah Gas, Limbah B3.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, Peserta mampu menjelaskan prinsip keselamatan radiasi dan pengelolaan limbah radioaktif pada RND.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menyebutkan jenis sumber radiasi, mencakup *airborne*, cair dan padat;
- Menjelaskan tentang dasar-dasar proteksi radiasi pada RND;

- Menjelaskan dosis pekerja radiasi mencakup NBD dan Pembatas Dosis.
- Menjelaskan sistem penanganan limbah radioaktif, mencakup limbah padat, cair, semi cair dan gas;
- Menjelaskan penanganan limbah B3

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Keselamatan Radiasi dan Pengelolaan Limbah Radioaktif mencakup:

Sumber Radiasi, Dasar-dasar proteksi Radiasi, Proteksi Radiasi Eksternal dan Internal, Sistem Penanganan Limbah Radioaktif dan B3

c) Perpindahan Panas

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Perpindahan Panas dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor untuk memahami prinsip perpindahan dan penukaran panas pada reaktor. Mata ajar Perpindahan Panas mencakup Dasar Perpindahan Panas, Perpindahan Panas di Dalam Reaktor, dan Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, Peserta mampu menjelaskan prinsip perpindahan dan penukaran panas pada reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan pengertian dasar perpindahan panas, mencakup konduksi, konveksi dan radiasi;
- Menjelaskan proses perpindahan panas di dalam reaktor;
- Menjelaskan kecelakaan yang mengganggu sistem pembuangan panas dan menimbulkan bahaya.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Perpindahan Panas mencakup :

Dasar Perpindahan Panas, Perpindahan Panas di Dalam Reaktor, dan Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas.

d) Sistem Manajemen RND

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Sistem Manajemen RND dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami sistem manajemen reaktor RND. Mata ajar Sistem Manajemen RND mencakup Struktur Organisasi, Tugas dan Tanggung Jawab Manajemen, Kualifikasi Petugas, Penerapan Sistem Manajemen Operasi Reaktor (PDCA, Prosedur, Rekaman, Pengisian *checklist*, *action plan*), dan Dokumentasi Sistem Manajemen.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta memahami sistem manajemen reaktor RND di Fasilitas reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan Struktur Organisasi;
- Menjelaskan Tugas dan Tanggung Jawab Manajemen;
- Menjelaskan Kualifikasi Petugas;
- Menjelaskan Penerapan Sistem Manajemen;
- Menjelaskan Dokumentasi Sistem Manajemen;
- Menjelaskan tentang penerapan sistem manajemen reaktor non daya

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Sistem Manajemen RND mencakup : Struktur Organisasi, Tugas dan Tanggung Jawab Manajemen, Kualifikasi Petugas, Penerapan Sistem Manajemen Operasi Reaktor (PDCA, Prosedur, Rekaman, Pengisian *checklist*, *action plan*), dan Dokumentasi Sistem Manajemen.

e) Budaya Keselamatan

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Budaya Keselamatan dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami konsep budaya keselamatan. Mata ajar Budaya Keselamatan mencakup Pengertian Budaya dan Budaya keselamatan, Karakteristik Budaya Keselamatan, Penerapan Budaya Keselamatan (tanggung jawab personel,

pencegahan kesalahan, perilaku individu organisasi, kebijakan, jalur tanggung jawab dan komunikasi, prosedur, penilaian internal, pendidikan dan pelatihan), dan Pengembangan Budaya Keselamatan.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan tentang konsep budaya keselamatan.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan pengertian budaya dan budaya keselamatan;
- Menjelaskan komponen budaya keselamatan
- Menjelaskan karakteristik Budaya Keselamatan;
- Menjelaskan penerapan Budaya Keselamatan;
- Menjelaskan pengembangan budaya keselamatan.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Budaya Keselamatan mencakup :

Pengertian Budaya dan Budaya keselamatan, Karakteristik Budaya Keselamatan, Penerapan Budaya Keselamatan (tanggung jawab personel, pencegahan kesalahan, perilaku individu organisasi, kebijakan, jalur tanggung jawab dan komunikasi, prosedur, penilaian internal, pendidikan dan pelatihan), dan Pengembangan Budaya Keselamatan.

f) Peraturan Perundang-undangan terkait RND

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Peraturan Perundang-undangan terkait RND dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami peraturan perundang-undangan terkait RND. Mata ajar Peraturan Perundang-undangan terkait RND mencakup Undang-undang ketenaganukliran, Peraturan Pemerintah dan Peraturan Kepala BAPETEN terkait RND.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta memahami peraturan perundang-undangan terkait RND.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menyebutkan peraturan perundangan ketenaganukliran terkait RND;
- Menguraikan ketentuan teknis keselamatan dan keamanan reaktor nuklir;
- Menguraikan ketentuan manajemen dan keamanan reaktor nuklir;
- Menjelaskan ketentuan kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir;
- Menguraikan ketentuan perizinan reaktor nuklir;
- Menjelaskan pengawasan ketenaganukliran.

4) Pokok Bahasan

- UU Ketenaganukliran (UU No. 10/97 diuraikan pasal yang terkait dengan RND);
- Peraturan Pemerintah terkait RND PP 2/2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir, 54/2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir;
- Peraturan Kepala BAPETEN tentang RND (Perka 7/2019 tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir; Perka 9/2013 tentang BKO; Perka 2/2011 tentang Ketentuan Keselamatan Operasi RND, Perka 5/2012 tentang Utilisasi dan Modifikasi RND, Perka 1/2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir, Perka 8/2008 tentang Manajemen Penuaan, Perka 8/2012 tentang Pedoman Penyusunan LAK, Perka 1/2011 tentang Ketentuan Keselamatan Disain RND, Perka 4/2010 tentang Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir).

2. Materi Utama

a. Sistem Reaktor Non Daya

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Sistem Reaktor Non Daya dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami tentang sistem reaktor non daya. Mata ajar Sistem Reaktor Non Daya mencakup penjelasan

tentang reaktor nuklir non daya secara umum, profil fasilitas reaktor secara umum, bagian-bagian reaktor non daya terkait dengan struktur, sistem dan komponen (secara umum).

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan sistem reaktor non daya.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menyebutkan Jenis dan Tipe RND (RSG GAS);
- Menjelaskan diagram/gambar/skema system dan komponen Teras Reaktor Non Daya (RSG GAS);
- Menjelaskan Komponen Teras Reaktor Non Daya (RSG GAS)

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Keselamatan Nuklir mencakup :

Jenis dan Tipe Reaktor RND, Diagram/gambar/skema system dan komponen Teras Reaktor Non Daya, Komponen Teras RND (bahan bakar reaktor, moderator, reflector, konfigurasi teras (posisi perangkat bahan bakar reaktor, reflektor, batang kendali, dan fasilitas iradiasi atau eksperimen), Struktur penopang teras, Sumber Neutron

b. Keselamatan Nuklir

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Keselamatan Nuklir dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami konsep keselamatan nuklir. Mata ajar Keselamatan Nuklir mencakup Tujuan Keselamatan Nuklir, Prinsip Keselamatan Reaktor, Persyaratan Desain Sistem Keselamatan, serta Klasifikasi Struktur, Sistem, dan Komponen.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan konsep keselamatan nuklir pada fasilitas RND.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menjelaskan tujuan keselamatan nuklir
- Menjelaskan prinsip keselamatan reaktor

- Menjelaskan persyaratan desain sistem keselamatan
- Menyebutkan kelas keselamatan Struktur, Sistem, dan Komponen
- Menyebutkan identifikasi bahaya potensial terkait keselamatan nuklir

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Keselamatan Nuklir mencakup:

Tujuan Keselamatan Nuklir, Prinsip Keselamatan Reaktor, Persyaratan Desain Sistem Keselamatan, dan Klasifikasi Struktur, Sistem, dan Komponen; Identifikasi Bahaya Potensial.

c. Fitur Keselamatan Teknis (operator)

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Fitur Keselamatan Teknis dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami pengoperasian sistem keselamatan teknis reaktor. Mata ajar Fitur Keselamatan Reaktor mencakup Kategori Bahaya Radiologi dan Zona Kedaruratan, Infrastruktur Kedaruratan dan Tindakan Penanggulangan.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan fitur keselamatan teknis reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan sistem proteksi reaktor;
- Menjelaskan sistem isolasi primer;
- Menjelaskan sistem isolasi gedung/pengungkung;
- Menjelaskan sistem catu daya darurat;
- Menjelaskan sistem pendingin teras darurat;
- Menjelaskan sistem proteksi reaktor.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Fitur Keselamatan Teknis mencakup :

Sistem Pengungkung/Penyungkup (*confinement/containment*), Sistem Pendingin Teras Darurat, Sistem Isolasi Primer, Sistem Isolasi Gedung, Sistem Catu Daya Darurat dan Sistem Proteksi Reaktor.

d. **Keselamatan Neutronik dan Thermohidrolika Reaktor (supervisor)**

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Keselamatan Neutronik dan Thermohidrolika Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami aspek keselamatan neutronik dan thermohidrolika reaktor. Mata ajar Keselamatan Neutronik dan Thermohidrolika Reaktor mencakup batasan desain reaktor riset, desain neutronik, sistem kendali reaktivitas, dan desain thermohidrolika.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan aspek keselamatan neutronik dan thermohidrolika reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menjelaskan batasan desain reaktor riset
- Menjelaskan desain neutronik reaktor
- Menjelaskan sistem kendali reaktivitas
- Menjelaskan aspek keselamatan thermohidrolika reaktor
- Menjelaskan aspek keselamatan termohidrolika;
- Menjelaskan aspek keselamatan neutronik reaktor.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Keselamatan Thermohidrolika dan Neutronik Reaktor mencakup:

- Aspek Neutronik: Distribusi Nuetron dan Daya di Teras Reaktor, Keseimbangan Reaktivitas, Reaktivitas Lebih, Shutdown Margin, Reaktivitas Batang Kendali, Kriteria Stuck Rod, Paket Program Analisis Keselamatan Neutronik
- Aspek Thermohidrolik: Panas Peluruhan dan Pembangkitan di dalam Teras, Rezim Pendidihan di Teras Reaktor, Konsep Burn Out, Konsep Instabilitas Aliran (RSG), Paket Program Analisis Keselamatan Thermohidrolik

d. Kecelakaan Dasar Desain (supervisor)**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Kecelakaan Dasar Desain dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami kecelakaan dasar desain dan kecelakaan yang melampaui dasar desain. Mata ajar Kecelakaan Dasar Desain mencakup Kecelakaan Dasar Desain: identifikasi kecelakaan dasar desain, penyebab kecelakaan dasar desain, tindakan antisipasi kecelakaan dasar desain dan Kecelakaan Yang Melampaui Dasar Desain: identifikasi penyebab kecelakaan yang melampaui dasar desain, urutan kejadian dan respons sistem dan perkiraan jenis kerusakan.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan kecelakaan dasar desain dan kecelakaan yang melampaui dasar desain.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Mengidentifikasi kecelakaan dasar desain dan penyebabnya
- Menjelaskan tindakan antisipasi pada kecelakaan dasar desain
- Mengidentifikasi kecelakaan yang melampaui dasar desain dan penyebabnya
- Menjelaskan urutan kejadian dan respon pada kecelakaan yang melampaui dasar desain

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Kecelakaan Dasar Desain mencakup:

- Kecelakaan Dasar Desain: identifikasi kecelakaan dasar desain, penyebab kecelakaan dasar desain, tindakan antisipasi kecelakaan dasar desain
- Kecelakaan Yang Melampaui Dasar Desain: identifikasi penyebab kecelakaan yang melampaui dasar desain, urutan kejadian dan respons sistem dan perkiraan jenis kerusakan.

e. Laporan Analisis Keselamatan (supervisor)**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Laporan Analisis Keselamatan dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami Laporan Analisis Keselamatan. Mata ajar Laporan Analisis Keselamatan mencakup Sistematika dan struktur LAK (bab 1-20), Pemutakhiran Laporan analisis keselamatan dan BKO (Tindakan Koreksi Kejadian Terantisipasi), Laporan Analisis Keselamatan dan BKO, Bab 16. Analisis Keselamatan: analisis keselamatan untuk kecelakaan dasar desain, dan analisis keselamatan untuk kecelakaan yang melampaui (DBA&BDBA), dan Bab 17. BKO.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan tentang Laporan Analisis Keselamatan

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menyebutkan sistematika dan struktur LAK
- Menjelaskan pemutakhiran Laporan analisis keselamatan dan BKO
- Menjelaskan Bab 16. Analisis Keselamatan
- analisis keselamatan untuk kecelakaan dasar desain,
- analisis keselamatan untuk kecelakaan yang melampaui (DBA&BDBA)
- Menjelaskan Bab 17. BKO

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Laporan Analisis Keselamatan mencakup: Sistematika dan struktur LAK (bab 1-20), Pemutakhiran Laporan analisis keselamatan dan BKO, Laporan Analisis Keselamatan dan BKO, Bab 16. Analisis Keselamatan: analisis keselamatan untuk kecelakaan dasar desain dan analisis keselamatan untuk kecelakaan yang melampaui (DBA&BDBA), dan Bab 17. BKO.

e. Manajemen dan Penanganan Teras Reaktor**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Manajemen dan Penanganan Teras Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor Reaktor dalam memahami prosedur pelaksanaan sistem manajemen teras reaktor. Mata ajar Manajemen dan Penanganan Teras Reaktor mencakup Deskripsi Manajemen Teras Reaktor dan Prosedur Pelaksanaan Kegiatan yang Berkaitan dengan Manajemen Teras Reaktor, dan Prosedur Pelaksanaan Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir dan Komponen Teras.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan tentang prosedur pelaksanaan sistem manajemen teras reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menjelaskan deskripsi manajemen teras reaktor
- Menjelaskan prosedur pelaksanaan kegiatan yang berkaitan dengan manajemen teras reaktor
- Menjelaskan prosedur pelaksanaan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir dan komponen teras

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Manajemen dan Penanganan Teras Reaktor mencakup:

Kegiatan manajemen teras reaktor: perhitungan kekritisasi reaktor, perhitungan fraksi bahan bakar, kegiatan penggeseran dan pengisian ulang bahan bakar.

Kegiatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar dan komponen teras: pemantauan teras, pemantauan integritas elemen bakar, penanganan dan penyimpanan bahan bakar dan komponen teras

f. Sistem Pendingin Reaktor**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Sistem Pendingin Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami pengoperasian sistem pendingin reaktor. Mata ajar Sistem Pendingin Reaktor mencakup Sistem Pendingin Primer, Sistem Pendingin Sekunder, Sistem Pemurnian Pendingin Primer, Sistem Penambah Air Pendingin Primer, Sistem pengendalian N-16, Sistem pembuangan panas peluruhan (Sistem pendingin teras darurat), Pengukuran Kualitas Air (pH dan Konduktivitas).

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan pengoperasian sistem pendingin reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan Sistem pendingin primer;
- Menjelaskan Sistem pendingin sekunder;
- Menjelaskan Sistem pemurnian pendingin primer;
- Menjelaskan Sistem penambah air pendingin primer;
- Menjelaskan Sistem pengendalian N-16;
- Menjelaskan Sistem pembuangan panas peluruhan;
- Menjelaskan Pengukuran Kualitas Air (pH, Konduktivitas).

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Pendingin Reaktor mencakup :

Sistem pendingin reaktor, Sistem pendingin teras darurat, Sistem purifikasi (pemurnia) air pendingin

g. Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami pengoperasian sistem instrumentasi dan kendali reaktor. Mata ajar Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor mencakup Sistem Instrumentasi Reaktor, Sistem Kendali Daya Reaktor, Sistem Alarm,

Sistem Interlock, Sistem Instrumentasi Ruang Kendali Reaktor, Sistem Instrumentasi Proses dan Proteksi Radiasi.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan pengoperasian sistem instrumentasi dan kendali reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan Sistem instrumentasi reaktor;
- Menjelaskan Sistem kendali daya reaktor;
- Menjelaskan Sistem *alarm*;
- Menjelaskan Sistem *interlock*;
- Menjelaskan Sistem instrumentasi di dalam ruang kendali reaktor;
- Menjelaskan Sistem instrumentasi proses dan proteksi radiasi.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor mencakup :

Sistem Instrumentasi Reaktor, Sistem Kendali Daya Reaktor, Sistem Alarm, Sistem Interlock, Sistem Instrumentasi Ruang Kendali Reaktor, Sistem Instrumentasi Proses dan Proteksi Radiasi.

h. Sistem Pendukung Reaktor

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Sistem Pendukung Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami pengoperasian sistem pendukung reaktor. Mata ajar Sistem Pendukung Reaktor mencakup Pengertian Sistem Pendukung Reaktor Non Daya, Sistem Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir, Sistem Proteksi Kebakaran, Sistem Layanan Air, Sistem Bantu Proses, Sistem Ventilasi, Sistem Pencahayaan, Sistem Komunikasi, Sistem Catu Daya, Sistem pendukung lain yang diperlukan untuk keselamatan.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan pengoperasian sistem pendukung reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menyebutkan sistem bantu reaktor non daya yang terkait;
- Menjelaskan sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir;
- Menjelaskan sistem proteksi kebakaran;
- Menjelaskan sistem layanan air;
- Menjelaskan sistem bantu proses;
- Menjelaskan sistem ventilasi;
- Menjelaskan sistem pencahayaan;
- Menjelaskan sistem komunikasi;
- Menjelaskan sistem catu daya;
- Menjelaskan sistem bantu lain yang diperlukan untuk keselamatan

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Sistem Pendukung Reaktor mencakup :

Pengertian Sistem Pendukung Reaktor Non Daya, Sistem Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir, Sistem Proteksi Kebakaran, Sistem Layanan Air, Sistem Bantu Proses, Sistem Ventilasi, Sistem Pencahayaan, Sistem Komunikasi, Sistem Catu Daya (Normal, Darurat dan Tak Terputus), Sistem pendukung lain yang diperlukan untuk keselamatan.

i. Batasan dan Kondisi Operasi (operator)

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Batasan dan Kondisi Operasi dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami batasan dan kondisi operasi reaktor. Mata ajar Batasan dan Kondisi Operasi mencakup nilai batasan dan kondisi batas keselamatan, pengesetan sistem keselamatan, kondisi batas operasi normal, persyaratan surveilan dan persyaratan administratif dan keberlakuan BKO pada pengoperasian reaktor.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan batasan dan kondisi operasi reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan nilai batasan dan kondisi batas keselamatan;
- Menjelaskan pengesetan sistem keselamatan;
- Menjelaskan kondisi batas operasi normal;
- Menjelaskan Persyaratan Surveilans dan persyaratan Administratif;
- Menjelaskan keberlakuan BKO pada pengoperasian reaktor.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Batasan dan Kondisi Operasi mencakup :

Batasan Kondisi Operasi (BKO), Persyaratan Surveilans dan Administratif, dan Pemberlakuan BKO.

j. Pengoperasian Reaktor (operator)

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Pengoperasian Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami pengoperasian reaktor pada operasi normal (*start-up/shutdown*) dan kondisi jika ada penyimpangan sesuai dengan prosedur. Mata ajar Pengoperasian Reaktor mencakup Karakteristik operasi dan kendali reaktivitas dalam berbagai kondisi pengoperasian, Pengoperasian reaktor sesuai prosedur (persiapan dan daftar pemeriksaan, pelaksanaan dan daftar pemantauan, shut down dan daftar pasca operasi), Tindakan koreksi kejadian operasi terantisipasi pada reaktor sesuai prosedur, Pengoperasian sistem keselamatan reaktor, Penanganan bahan bakar nuklir, bahan fisil lainnya, target iradiasi, dan eksperimen sesuai prosedur.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan pengoperasian reaktor pada operasi normal (*start-up/shutdown*) dan kondisi jika ada penyimpangan sesuai dengan prosedur pada fasilitas reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan karakteristik operasi dan kendali reaktivitas dalam berbagai kondisi pengoperasian;

- Menjelaskan pemeriksaan kelengkapan sarana operasi sesuai prosedur;
- Menjelaskan pengamatan parameter operasi dan pengisian rekaman operasi;
- Menjelaskan pengamatan parameter saat *shutdown* dan pengisian lembar data (*checklist*) pasca operasi;
- Menjelaskan pengoperasian reaktor sesuai prosedur;
- Menjelaskan pengoperasian sistem keselamatan reaktor;
- Menjelaskan tindakan koreksi kejadian operasi terantisipasi pada reaktor sesuai prosedur;
- Menjelaskan kegiatan yang berkaitan dengan manajemen teras, misalnya : penanganan bahan bakar nuklir, bahan fisil lainnya, target iradiasi, dan eksperimen sesuai prosedur.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Pengoperasian Reaktor mencakup :

Karakteristik operasi dan kendali reaktivitas dalam berbagai kondisi pengoperasian, Pengoperasian reaktor sesuai prosedur (persiapan dan daftar periksa, pelaksanaan dan daftar pemantauan, *shutdown* dan daftar paska operasi), Tindakan koreksi kejadian operasi terantisipasi pada reaktor sesuai prosedur, Pengoperasian sistem keselamatan reaktor, Penanganan bahan bakar nuklir, bahan fisil lainnya, target iradiasi, dan eksperimen sesuai prosedur.

f. Manajemen Operasi (supervisor)

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Manajemen Operasi dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami manajemen operasi reaktor. Mata ajar Manajemen Operasi mencakup Organisasi operasi (struktur, Tugas dan Tanggung jawab, serta kualifikasi petugas), Jadwal operasi (pengaturan shift petugas pengoperasi), Pelaksanaan Operasi Reaktor, Surat Perintah Kerja, Prosedur Operasi Normal, Prosedur Kejadian Operasi Terantisipasi (antara KBO dan PSK), Laporan Kejadian Operasi Terantisipasi, Prosedur Operasi Darurat (DBA dan

BDBA), Supervisi dalam Pelaksanaan Operasi, Penyusunan Laporan Kegiatan Pengoperasian Reaktor

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan tentang manajemen operasi reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menyebutkan Organisasi operasi (struktur, Tugas dan Tanggung jawab, serta kualifikasi petugas)
- Menyebutkan Jadwal operasi (pengaturan shift petugas pengoperasi)
- Menjelaskan Surat Perintah Kerja (Instruksi Operasi)
- Menjelaskan Prosedur Operasi Normal
- Menjelaskan Prosedur Kejadian Operasi Terantisipasi (antara KBO (Kondisi Batas Operasi) dan PSK (Setting Sistem Keselamatan))
- Menjelaskan Laporan Kejadian Operasi Terantisipasi
- Menjelaskan Prosedur Operasi Darurat (DBA dan BDBA)
- Menjelaskan Supervisi dalam Pelaksanaan Operasi

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Manajemen Operasi mencakup:

Organisasi operasi (struktur, Tugas dan Tanggung jawab, serta Kualifikasi petugas), Jadwal Operasi (Pengaturan Shift Petugas Pengoperasi), Surat Perintah Kerja, Prosedur Operasi Normal, Prosedur Kejadian Operasi Terantisipasi (antara KBO dan PSK), Prosedur Operasi Darurat (DBA dan BDBA), Supervisi dalam Pelaksanaan Operasi.

g. Manajemen Penuaan (supervisor)

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Manajemen Penuaan dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami manajemen penuaan yang berkaitan dengan degradasi material sistem dan komponen akibat kondisi operasi reaktor. Mata ajar Manajemen Penuaan mencakup Definisi Manajemen Penuaan, Identifikasi SSK Kritis, Proses Penuaan

(degradasi material sistem dan komponen akibat kondisi operasi), dan Perlakuan terhadap SSK Kritis

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan tentang manajemen penuaan yang berkaitan dengan degradasi material sistem dan komponen akibat kondisi operasi reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menyebutkan definisi manajemen penuaan
- Menyebutkan identifikasi SSK kritis
- Menjelaskan tentang proses penuaan (degradasi material sistem dan komponen akibat kondisi operasi)
- Menjelaskan tentang perlakuan terhadap SSK kritis
- Menjelaskan tentang pencegahan dan mitigasi efek penuaan

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Manajemen Penuaan mencakup:

Definisi Manajemen Penuaan, Identifikasi SSK Kritis, Proses Penuaan (degradasi material sistem dan komponen akibat kondisi operasi), dan Perlakuan terhadap SSK Kritis.

h. Modifikasi SSK (supervisor)

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Modifikasi SSK dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi Supervisor Reaktor dalam memahami modifikasi SSK. Mata ajar Modifikasi SSK mencakup Definisi Modifikasi, Ketentuan Modifikasi, dan Prosedur Modifikasi SSK.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan tentang modifikasi SSK reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu:

- Menjelaskan definisi modifikasi
- Menjelaskan ketentuan modifikasi
- Menjelaskan Prosedur modifikasi SSK

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Modifikasi SSK mencakup:

Definisi Modifikasi, Ketentuan Modifikasi, dan Prosedur Modifikasi SSK.

k. Utilisasi Reaktor

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Utilisasi Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami kegiatan utilisasi reaktor. Mata ajar Utilisasi Reaktor mencakup Fasilitas Iradiasi atau Eksperimen; Pemanfaatan Fasilitas Iradiasi atau Eksperimen; Batasan dan Persyaratan Operasi untuk Eksperimen.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan kegiatan utilisasi reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan fasilitas iradiasi atau eksperimen di dalam teras reaktor;
- Menjelaskan fasilitas iradiasi atau eksperimen di luar teras reaktor;
- Menjelaskan pemanfaatan fasilitas iradiasi dan eksperimental reaktor.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Utilisasi Reaktor mencakup :

Fasilitas Iradiasi atau Eksperimen, Batasan dan persyaratan operasi untuk eksperimen, Prosedur iradiasi

I. Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami konsep kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir. Mata ajar Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir mencakup Kategori Bahaya Radiologi dan Zona Kedaruratan, Infrastruktur Kedaruratan dan Tindakan Penanggulangan.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan tentang kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- menjelaskan langkah-langkah pencegahan kecelakaan radiasi
- menyebutkan tujuan dan fungsi penanggulangan keadaan darurat;
- menguraikan struktur organisasi tanggap darurat;
- menjelaskan sistem pelaporan dan pencatatan keadaan darurat;
- menjelaskan tindakan-tindakan penanggulangan sesuai dengan skala prioritas;
- menyusun laporan keadaan darurat.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir mencakup :

Penyebab dan Pencegahan Kecelakaan Radiasi; Penanggulangan Keadaan Darurat

3. Kelompok Materi Penunjang

a. Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami proteksi fisik dan kendali bahan nuklir pada fasilitas. Mata ajar Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir mencakup Karakterisasi Fasilitas, Komponen Proteksi Fisik, Kategorisasi Bahan Nuklir, Persyaratan Keamanan Bahan Nuklir

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan tentang proteksi fisik dan kendali bahan nuklir pada fasilitas reaktor non daya.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan faktor dalam melakukan karakterisasi fasilitas;
- Menjelaskan komponen sistem proteksi fisik;
- Menjelaskan kategorisasi bahan nuklir;
- Menyebutkan persyaratan keamanan fasilitas dan bahan nuklir.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir mencakup :

Karakterisasi Fasilitas, Komponen Proteksi Fisik, Kategorisasi Bahan Nuklir, Persyaratan Keamanan fasilitas dan Bahan Nuklir.

b. Kimia Air

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Kimia Air dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam memahami pengetahuan tentang Kimia Air terkait dengan sistem pendingin reaktor. Mata ajar Kimia Air mencakup Sistem Produksi Air Demineralisasi, Pengukuran Kualitas Air Pendingin, dan Perawatan Kualitas Air Pendingin.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta menjelaskan tentang Kimia Air terkait dengan Sistem Pendingin Reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan sistem produksi air demineraliasi;
- Menjelaskan demineralisasi air menggunakan teknik pertukaran ion;
- Menjelaskan demineralisasi air menggunakan teknik reverse osmosis;
- Menyebutkan pengolahan air untuk keperluan pendingin reaktor;
- Menjelaskan tahapan pengukur kualitas air pendingin;
- Menjelaskan perawatan kualitas air pendingin.

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Kimia Air mencakup : Sistem Produksi Air Demineralisasi, Pengukuran Kualitas Air Pendingin, dan Perawatan Kualitas Air Pendingin.

4. Materi Pembelajaran Sosial (Praktikum)

a. Praktikum Operasi Reaktor dan Pendukung Reaktor

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Praktikum Operator Reaktor dan Pendukung Reaktor dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam menyiapkan pengoperasian reaktor, penanganan teras, mengoperasikan sistem reaktor dan sistem pendukungnya, tindakan koreksi kejadian terantisipasi, mengoperasikan fasilitas iradiasi, serta pembuatan laporan pengoperasian. Mata ajar Praktikum Operator Reaktor dan Pendukung Reaktor mencakup penyiapan operasi reaktor, penanganan teras, pengoperasian sistem reaktor dan sistem pendukungnya, tindakan koreksi kejadian terantisipasi, pengoperasian fasilitas iradiasi, serta pembuatan laporan pengoperasian.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat mengoperasikan sistem reaktor dan sistem pendukung reaktor.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menyiapkan operasi reaktor
- Melakukan penanganan teras reaktor
- Melakukan operasi sistem reaktor dan sistem pendukung
- Melakukan tindakan koreksi kejadian terantisipasi
- Melakukan operasi fasilitas iradiasi
- Menyusun laporan pengoperasian

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Praktikum mencakup :

- Penyiapan Operasi Reaktor
- Penanganan Teras Reaktor
- Pengoperasian Sistem Reaktor dan Sistem Pendukungnya
- Tindakan Koreksi Kejadian Terantisipasi
- Pengoperasian Fasilitas Iradiasi
- Pembuatan Laporan Pengoperasian

b. Praktikum Kalibrasi Daya**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Praktikum Kalibrasi Daya dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam melakukan kalibrasi daya pada reaktor non daya. Mata ajar Praktikum Kalibrasi Daya mencakup prosedur tentang kalibrasi daya: persiapan, pelaksanaan, perhitungan daya reaktor, verifikasi hasil, dan pencatatan di logbook.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat melakukan kalibrasi daya pada reaktor non daya sesuai prosedur

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Melaksanakan persiapan untuk kalibrasi daya
- Melaksanakan pengukuran parameter suhu pendingin reaktor
- Melakukan perhitungan daya reaktor
- Melakukan verifikasi hasil perhitungan
- Melakukan penyesuaian perangkat
- Menyusun laporan kalibrasi daya

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Praktikum mencakup :

Persiapan Operasi Reaktor untuk Kalibrasi Daya; pengukuran parameter suhu pendingin reaktor; Perhitungan Daya Reaktor; Verifikasi Kesesuaian Hasil Perhitungan; penyesuaian perangkat; Pembuatan Laporan

c. Praktikum Kalibrasi Batang Kendali**1) Deskripsi Singkat**

Mata ajar Praktikum Kalibrasi Batang Kendali dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam melakukan kalibrasi batang kendali. Mata ajar Praktikum Kalibrasi Batang Kendali mencakup persiapan; pelaksanaan kalibrasi batang kendali; pencatatan data; dan perhitungan reaktivitas lebih teras dan reaktivitas padam teras.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar Praktikum ini, peserta dapat melakukan kalibrasi batang kendali pada reaktor non daya.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menyiapkan sistem instrumentasi kendali untuk kalibrasi batang kendali
- Melakukan pengukuran kurva reaktivitas batang kendali
- Melakukan perhitungan reaktivitas lebih teras dan reaktivitas padam teras
- Menyusun laporan kalibrasi batang kendali

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Praktikum mencakup :Persiapan Operasi Reaktor untuk Kalibrasi Batang Kendali; pengukuran kurva reaktivitas batang kendali

; Pencatatan Data: waktu rata-rata dan nilai reaktivitas; Perhitungan Reaktivitas Lebih Teras dan reaktivitas Padam Teras; Pembuatan Laporan

d. Praktikum Penanganan Sampel, Limbah Radioaktif dan B3

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Praktikum Penanganan Sampel, Limbah Radioaktif dan B3 dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam penanganan sampel dan limbah radioaktif di reaktor non daya. Mata ajar Praktikum Penanganan Sampel dan Limbah Radioaktif mencakup pngoperasian loading unloading sampel; pengoperasian sistem pneumatic, penanganan limbah radioaktif dan B3.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar praktikum ini, peserta dapat melakukan penanganan sampel, limbah radioaktif dan B3.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Mengoperasikan sistem *loading unloading* sampel
- Mengoperasikan sistem pneumatic

- Melakukan penanganan limbah radioaktif dan B3

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Praktikum mencakup :

Pengoperasian *Loading Unloading* Sampel; Pengoperasian Sistem Pneumatik; Penanganan Limbah Radioaktif dan B3

e. Praktikum Proteksi Fisik

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Praktikum Proteksi Fisik dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam mengawasi keamanan nuklir di reaktor. Mata ajar Praktikum Proteksi Fisik mencakup fungsi sistem keamanan dan fitur peralatan sistem proteksi fisik di reaktor (sistem pencegahan, deteksi, penundaan, respon).

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menjelaskan penerapan proteksi fisik sesuai prosedur.

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Menjelaskan fungsi sistem keamanan
- Menjelaskan fitur peralatan sistem proteksi fisik di reaktor

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Praktikum mencakup :

- Fungsi Sistem Keamanan
- Fitur Peralatan Sistem Proteksi Fisik di Reaktor

f. Praktikum Kedaruratan Nuklir

1) Deskripsi Singkat

Mata ajar Praktikum Kedaruratan Nuklir dimaksudkan untuk meningkatkan kompetensi operator reaktor dalam menanggulangi kedaruratan nuklir sesuai dengan kecelakaan dasar desain. Mata ajar Praktikum Kedaruratan Nuklir meliputi penyiapan infrastruktur kedaruratan, skenario penanggulangan, penyiapan peralatan penanggulangan kedaruratan, penanggulangan kedaruratan, dan penyusunan laporan.

2) Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata ajar ini, peserta dapat menanggulangi kedaruratan nuklir sesuai dengan kecelakaan dasar desain

3) Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta mampu :

- Melakukan penyiapan infrastruktur kedaruratan
- Menyusun skenario dan prosedur penanggulangan
- Melakukan penyiapan peralatan penanggulangan kedaruratan
- Melakukan penanggulangan kedaruratan
- Menyusun laporan penanggulangan kedaruratan

4) Pokok Bahasan

Pokok bahasan mata ajar Praktikum mencakup :

- Infrastruktur Kedaruratan
- Skenario Dan Prosedur Penanggulangan
- Peralatan Penanggulangan Kedaruratan
- Langkah Penanggulangan Kedaruratan
- Pembuatan Laporan

BAB III

PENYELENGGARA PELATIHAN

A. Skema Penyelenggaraan Pelatihan

Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya diselenggarakan oleh Direktorat Pengembangan Kompetensi - BRIN. Pada pelatihan, pemilihan metode pembelajaran dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Metode pembelajaran yang digunakan dalam pelatihan ini antara lain Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi, Praktikum, dan Tugas Mandiri.

Metode ceramah bertujuan untuk memberikan pemahaman dasar bagi peserta pelatihan yang disampaikan oleh pengajar. Pemahaman tersebut perlu dikuasai sebelum peserta masuk pada kegiatan praktikum.

Metode tanya jawab sebagai kegiatan komunikasi dua arah antara fasilitator dan peserta jika ada topik yang kurang jelas. Metode diskusi sebagai sarana interaksi antar peserta atau peserta dengan fasilitator untuk menganalisis suatu topik tertentu.

Untuk lebih mendalami materi serta mendapatkan gambaran konkrit dari materi yang diajarkan, maka dilakukan kegiatan praktikum oleh peserta yang didampingi oleh pembimbing. Pada saat praktikum, peserta wajib membuat laporan. Metode tugas mandiri untuk menyelesaikan suatu tugas, yang diberikan setelah kegiatan ceramah/diskusi/tanya jawab. Dalam hal ini, peserta mendapatkan penugasan mandiri untuk pendalaman materi.

Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya dilaksanakan metode penyelenggaraan bauran, yaitu materi teori disampaikan secara tatap maya melalui *zoom video conference* dan materi praktikum disampaikan secara tatap muka.

Penyelenggaraan pelatihan juga menggunakan LMS BRILIANT untuk mendokumentasikan seluruh aktivitas pelatihan. Peserta dapat mengakses materi teori dan bahan tayang, serta mengerjakan soal tes awal, tes akhir, dan ujian teori melalui LMS BRILIANT.

B. Jadwal Pelatihan

Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya untuk peserta Penyegaran akan dilaksanakan selama 8 hari kerja dengan rincian sebagai berikut:

- Materi Dasar dan Utama selama 5 hari disampaikan secara tatap muka
- Materi Praktikum selama 2 hari dengan skema penyelenggaraan tatap muka/

klasikal

- Presntasi Hasil Praktikum, Ujian Teori dan Ujian Lisan selama 1 hari dengan skema penyelenggaraan tatap muka/ klasikal
(Jadwal pelatihan tersaji pada **Lampiran 1**)

Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya untuk peserta SIB baru akan dilaksanakan selama 18 hari kerja dengan rincian sebagai berikut:

- Materi Dasar dan Utama selama 9 hari disampaikan secara tatap muka dan pendalaman materi melalui pembelajaran mandiri (e learning)
- Materi Praktikum selama 3 hari dengan skema penyelenggaraan tatap muka/ klasikal serta pembelajaran eksperensial selama 5 hari
- Presntasi Hasil Praktikum, Ujian Teori dan Ujian Lisan selama 1 hari dengan skema penyelenggaraan tatap muka/ klasikal
(Jadwal pelatihan tersaji pada **Lampiran 1**)

C. Learning Management System (LMS) BRILIANT



Gambar 1. Learning Management System (LMS) BRILIANT

Setiap pelatihan yang diselenggarakan **wajib** menggunakan LMS BRILIANT yang beralamat di <https://briliant.brin.go.id>. Penggunaan LMS BRILIANT memberikan keuntungan yang signifikan dalam hal aksesibilitas dan fleksibilitas bagi peserta pelatihan. Dengan kemampuan untuk mengakses materi pelatihan kapan saja dan di mana saja, peserta dapat belajar sesuai dengan jadwal yang fleksibel dan dapat dilakukan dimanapun.

LMS BRILIANT menyediakan platform yang efisien untuk manajemen konten pelatihan. Penyelenggara pelatihan dapat dengan mudah mengelola dan menyebarkan materi

pelatihan, termasuk video, materi bacaan, tugas, dan ujian. Dengan LMS BRILIANT, pengelola dapat mengorganisir konten dengan baik, membuatnya mudah diakses oleh peserta, dan secara efektif melacak kemajuan mereka. Interaktivitas dan keberagaman media juga ditingkatkan melalui LMS, dengan fitur seperti forum diskusi, kuis online, dan penggunaan multimedia, yang semuanya membantu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta.

Berikut prosedur dan tata cara belajar di LMS BRILIANT:

1. Penyelenggara pelatihan harus mengisi Permohonan Course/Kelas di LMS BRILIANT melalui : <https://linktr.ee/fl3dpgk>
2. Direktorat Pengembangan Kompetensi BRIN melalui Fungsi Layanan *Learning Management System* Pengembangan Kompetensi membuat akun peserta, pengajar dan panitia di LMS BRILIANT
3. Peserta perlu mengikuti *Overview* Pelatihan atau sesi orientasi untuk mempelajari panduan penggunaan LMS tentang cara navigasi platform, mengakses materi, dan berinteraksi dengan fitur-fiturnya.
4. Peserta dapat mengakses materi pelatihan seperti video, dan bahan bacaan, melalui laptop/ desktop atau smartphone.
5. Peserta diharapkan berpartisipasi dalam berbagai aktivitas seperti menyelesaikan kuis, tugas, atau berpartisipasi dalam diskusi online sesuai dengan jadwal yang ditetapkan.
6. Setelah menyelesaikan aktivitas, peserta diminta untuk mengisi evaluasi melalui LMS BRILIANT
7. Informasi lebih lengkap penggunaan LMS BRILIANT silakan mengunjungi : <https://bit.ly/PanduanLMSBRILIANT>

LMS BRILIANT DPK BRIN memberikan dukungan yang memadai bagi peserta, pengajar dan panitia dalam mengatasi masalah teknis yang mungkin dialami saat menggunakan platform. Selain itu, keamanan informasi juga menjadi perhatian penting, dengan perlunya memastikan bahwa data sensitif peserta terlindungi dengan baik di dalam sistem. Selain itu, pemeliharaan rutin dan pembaruan pada platform LMS BRILIANT juga akan diinformasikan untuk menjaga kinerja optimal dan keamanannya.

BAB IV

SUMBER DAYA MANUSIA (SDM) PELATIHAN

A. Fasilitator Pelatihan

Persyaratan fasilitator Pelatihan Petugas Iradiator, yaitu:

- 1) Sarjana (S1) dan memiliki pengalaman pada bidang/materi yang diajarkan paling kurang 2 (dua) tahun; atau memiliki pendidikan Diploma (D3) eksakta atau teknik dan memiliki pengalaman pada bidang/materi yang diajarkan paling kurang 5 (lima) tahun serta memiliki sertifikat keahlian yang diterbitkan oleh lembaga yang berkompeten
- 2) Diutamakan bagi yang telah mengikuti pelatihan TOT atau pernah mengajar.
- 3) Nilai evaluasi mengajar rata-rata bernilai “baik” (bagi yang telah mengajar materi yang sama sebanyak tiga kali).
- 4) Diusulkan oleh unit Pusat Riset.

B. Penyelenggara Pelatihan

Kegiatan pengelolaan pelatihan dilaksanakan dengan struktur, kualifikasi, dan tanggung jawab sebagai berikut:

- 1) Direktur bertanggung jawab dalam hal:
 - Penanggung jawab penyelenggaraan pelatihan
- 2) Ketua Tim bertanggung jawab dalam hal:
 - Persiapan Pelaksanaan Pelatihan
 - Penyelenggaraan pelatihan
 - Pelaporan Pelaksanaan Pelatihan

Pelaksana terdiri atas pengelola pelatihan dan tenaga administrasi yang bertanggung jawab dalam hal:

- Pelaksanaan Persiapan Pelatihan
 - Pelaksanaan Penyelenggaraan Pelatihan
 - Penyusunan Laporan Pelaksanaan Pelatihan
- 3) Pengelola Pelatihan

Pengelola Pelatihan adalah bagian dari unsur pelaksana yang memiliki fungsi sebagai pelaksana kebijakan yang telah ditetapkan oleh unsur manajemen.

Kualifikasi Pengelola Pelatihan:

- memiliki kompetensi dan pengalaman menyelenggarakan pelatihan minimal 2 (dua) kali dapat digantikan dengan telah mengikuti pelatihan *Management of Training* (MOT) di DPK BRIN atau yang sejenis.
- pernah mengikuti pelatihan dengan lingkup yang sama ditunjukkan dengan memiliki sertifikat pelatihan

Tanggung Jawab Pengelola Pelatihan

- menyiapkan dan mengembangkan rencana program pelatihan mulai dari penyusunan kurikulum dan silabus pelatihan;
- menetapkan pengajar;
- melaksanakan pelatihan;
- melakukan monitoring dan evaluasi penyelenggaraan pelatihan;
- memberikan laporan dan bertanggung jawab kepada Direktur Pengembangan Kompetensi;
- melakukan komunikasi dengan pihak yang berkepentingan dalam hal pelaksanaan ujian dan/ atau sertifikasi.

4) Tenaga Administrasi

Tenaga Administrasi adalah bagian dari unsur pelaksana yang memiliki fungsi sebagai pelaksana kegiatan administrasi pelatihan yang telah ditetapkan oleh unsur manajemen.

Kualifikasi Tenaga Administrasi:

- Memiliki pengalaman untuk mengelola administrasi pelatihan paling kurang 2 (dua) tahun.

Tanggung Jawab Tenaga Administrasi

- Memfasilitasi penyelenggaraan pelatihan;
- Melaksanakan tugas ketatausahaan;
- Memelihara informasi dan dokumentasi;

C. Penjamin Mutu Pelatihan

Penjaminan mutu merupakan proses penetapan dan pemenuhan standar mutu pelatihan secara konsisten dan berkelanjutan sehingga pemangku kepentingan memperoleh kepuasan karena proses dan manfaatnya.

Direktur menetapkan Penjamin Mutu atau Manajer Mutu untuk memantau pelaksanaan Sistem Manajemen dalam kegiatan Pengembangan Kompetensi. Penjamin Mutu atau Manajer Mutu Ditbangten memiliki tanggung jawab dan wewenang untuk:

- 1) menjamin mutu penyelenggaraan pelatihan;
- 2) mengembangkan dan memelihara keberlangsungan sistem manajemen, agar tetap berlangsung sesuai dengan peraturan perundangan, standar atau pedoman yang diacu;
- 3) melakukan Audit Internal, dan memfasilitasi Kaji Ulang Manajemen.

BAB V PESERTA

A. Kriteria Dan Persyaratan Peserta

Peserta Pelatihan Operator RND harus memenuhi:

- a. Pendidikan paling rendah ijazah Diploma III bidang ilmu teknik, fisika, atau kimia;
- b. Melampirkan surat pernyataan telah magang sebagai Operator RND di bawah pengawasan dan bimbingan Supervisor RND paling singkat 1 (satu) tahun untuk RND dengan daya kurang dari 2 (dua) megawatt dan paling singkat 2 (dua) tahun untuk RND dengan daya lebih dari 2 (dua) megawatt yang ditandatangani Pemegang Izin;
- c. Memiliki SIB Operator RND yang masih berlaku bagi peserta penyegaran

Peserta Pelatihan Supervisor RND harus memenuhi:

- a. pendidikan paling rendah ijazah Sarjana atau Diploma IV bidang ilmu teknik, fisika, atau kimia; dan
- b. surat pernyataan telah bekerja paling singkat 4 (empat) tahun sebagai Operator RND yang ditandatangani PI.
- c. memiliki SIB Supervisor RND yang masih berlaku (bagi peserta Penyegaran)

B. Jumlah Peserta

Jumlah maksimum peserta adalah 25 orang/kelas.

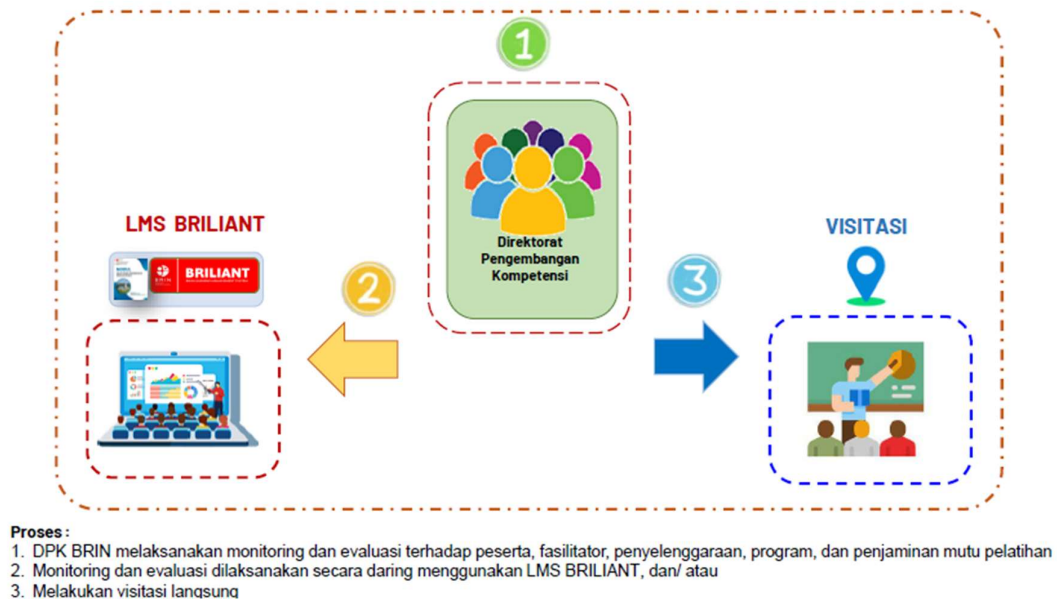
BAB VI

PEMANTAUAN DAN EVALUASI PELATIHAN

A. Pemantauan dan Evaluasi

Pemantauan dan Evaluasi Pelatihan merupakan kegiatan terpadu dalam rangka pengendalian suatu program pelatihan yang meliputi pemantauan dan evaluasi terhadap peserta, fasilitator, penyelenggaraan, program, dan penjaminan mutu pelatihan. Kegiatan pemantauan dan evaluasi dilaksanakan oleh DPK BRIN selaku pemilik Pedoman Penyelenggaraan **Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya**.

Secara khusus, pelaksanaan pemantauan dan evaluasi penyelenggaraan pelatihan oleh DPK BRIN sesuai dengan alur seperti pada **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Proses Pemantauan dan Evaluasi Pelatihan

Proses pemantauan dan evaluasi pelatihan:

- 1) DPK BRIN melaksanakan pemantauan dan evaluasi terhadap peserta, fasilitator, penyelenggaraan, program, dan penjaminan mutu pelatihan,
- 2) Pemantauan dan evaluasi yang dilaksanakan oleh DPK BRIN secara daring menggunakan LMS BRILIANT, dan/ atau
- 3) Melakukan visitasi langsung.

B. Evaluasi Terhadap Peserta

Untuk evaluasi pembelajaran dilakukan dengan pemberian soal tes awal/tes akhir, ujian teori, dan ujian praktikum, dengan ketentuan sebagai berikut

1. Tes Awal/Tes Akhir melalui *learning management sistem* secara jarak jauh dengan mewajibkan peserta pelatihan untuk mengaktifkan kamera selama pelaksanaan tes awal/tes akhir, dengan jumlah soal sebanyak 30 soal, pilihan ganda (a b c d) yang dikerjakan dalam waktu 30 menit.
2. Ujian teori melalui *learning management sistem* secara tatap muka, dengan jumlah soal sebanyak 40 soal pilihan ganda (a b c d) dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Berdasarkan Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2019, materi ujian teori untuk operator meliputi:
 - 1) Peraturan Perundang-undangan terkait RND;
 - 2) Proteksi dan Keselamatan Radiasi;
 - 3) Proteksi Fisik;
 - 4) Budaya Keselamatan;
 - 5) Keselamatan Nuklir;
 - 6) Sistem Manajemen;
 - 7) Sistem Reaktor;
 - 8) Sistem Pendingin Reaktor dan Sistem Terkait;
 - 9) Sistem Kimia Air;
 - 10) Fitur Keselamatan Teknis;
 - 11) Sistem Instrumentasi dan Kendali;
 - 12) Sistem Catu Daya Listrik;
 - 13) Sistem Pendukung;
 - 14) Batasan dan Kondisi Operasi;
 - 15) Pengoperasian RND dari startup – shutdown;
 - 16) Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir;
 - 17) Pengelolaan limbah radioaktif dan limbah B3; dan/atau
 - 18) Utilisasi Reaktor.

Sedangkan untuk supervisor reaktor non daya meliputi materi ujian tertulis operator RND dan materi:

- 1) Aspek Keselamatan Termohidrolika dan Netronik Reaktor

- 2) Manajemen Teras
 - 3) Manajemen Operasi
 - 4) Pelaksanaan Operasi RND
 - 5) Penyusunan Laporan Kegiatan Pengoperasian Reaktor
 - 6) Tindakan Koreksi Kejadian Operasi Terantisipasi
 - 7) Penyusunan Laporan Kejadian Terantisipasi
 - 8) Manajemen Penuaan; dan/atau
 - 9) Modifikasi SSK
- b. Untuk ujian teori supervisor ditambah dengan soal essay dan peserta menjawab sebanyak 2 soal dari 3 soal yang telah disediakan.
- c. Waktu mengerjakan soal ujian teori sebanyak 90 menit
- d. Akan dilakukan pengacakan soal melalui *learning management system*
- e. Ujian lisan dan praktik secara tatap muka. Materi ujian lisan dan praktik untuk operator RND paling sedikit meliputi :
- 1) Pengoperasian Reaktor dari startup – shutdown;
 - 2) Pengoperasian Sistem Bantu;
 - 3) Tindakan Koreksi Kejadian Operasi Terantisipasi;
 - 4) Proteksi Fisik;
 - 5) Pengelolaan limbah radioaktif dan limbah B3;
 - 6) Pengukuran Waktu Jatuh dan Kalibrasi Batang Kendali;
 - 7) Kalibrasi Daya;
 - 8) Penanggulangan Kedaruratan Nuklir; dan/atau
 - 9) Penanganan sampel iradiasi dan fasilitas eksperimen.

Sedangkan untuk supervisor RND, paling sedikit meliputi materi ujian lisan dan praktik untuk operator RND dan materi

- 1) Aspek Keselamatan Termohidrolika dan Netronik Reaktor
- 2) Manajemen Teras
- 3) Manajemen Operasi
- 4) Pelaksanaan Operasi RND
- 5) Penyusunan Laporan Kegiatan Pengoperasian Reaktor
- 6) Tindakan Koreksi Kejadian Operasi Terantisipasi
- 7) Penyusunan Laporan Kejadian Terantisipasi
- 8) Manajemen Penuaan; dan/atau
- 9) Modifikasi SSK

- 10) Pelaksanaan Manajemen Teras
- 11) Pelaksanaan Operasi RND
- 12) Penyusunan Laporan Kegiatan Pengoperasian Reaktor
- 13) Pelaksanaan Tindakan Koreksi Kejadian Operasi Terantisipasi
- 14) Penyusunan Laporan Kejadian Operasi Terantisipasi, dan/atau
- 15) Penyusunan dan Penetapan Batasan dan Kondisi Operasi

3. Kriteria kelulusan : paling rendah 70 dalam skala 100 untuk masing-masing nilai ujian.

C. Evaluasi Terhadap Pengajar Dan Tenaga Kediklatan

Evaluasi terhadap pengajar dilaksanakan melalui pengisian formulir evaluasi terhadap pengajar sesuai dengan jadwal pelatihan secara daring melalui *Learning Management System* (LMS) serta melalui evaluasi secara lisan (tatap muka) di hari terakhir pelatihan.

D. Evaluasi Terhadap Penyelenggaraan Pelatihan

Evaluasi terhadap penyelenggaraan pelatihan dilaksanakan melalui pengisian formulir evaluasi akhir pelatihan secara daring melalui LMS BRILIANT dan evaluasi secara lisan (tatap muka) di hari terakhir pelatihan.

E. Evaluasi Program

Evaluasi terhadap program pelatihan dilaksanakan melalui pengisian formulir penjaminan mutu pelatihan serta melalui evaluasi secara lisan di hari terakhir pelatihan.

BAB VII

SERTIFIKAT DAN REGISTRASI

A. Sertifikat

Sertifikat pelatihan dibuat berdasarkan Prosedur Penyelenggaraan Pelatihan Nomor POS 001 001/KN 09 06/DPK 2. Sertifikat pelatihan terdiri dari Halaman Depan Sertifikat berisi no sertifikat, nama peserta, kategori sertifikat, nama pelatihan, tanggal pelatihan, jumlah jam pelatihan, dan penandatanganan sertifikat dan Halaman Belakang berisi materi pelatihan dan jumlah jam pelajaran, seperti pada gambar berikut.



BRIN
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

Sertifikat
No. 1438/STLP/POR/9/2022

Menyatakan bahwa

Nama
NIP :

telah lulus

Pelatihan Penyelenggaraan Operator Reaktor

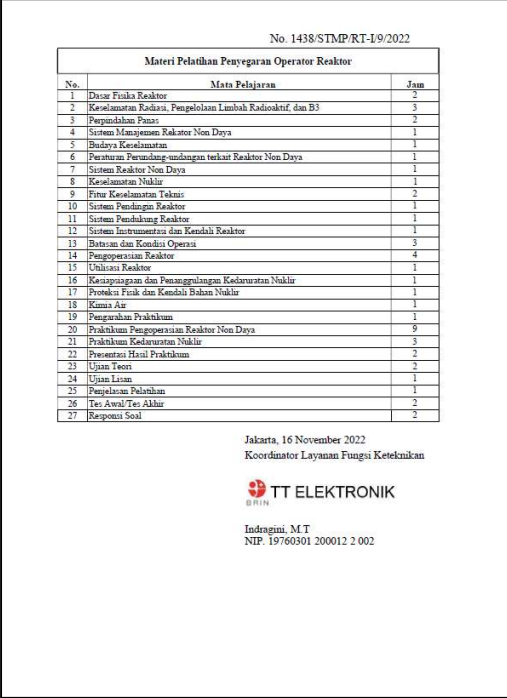
Pelatihan diselenggarakan pada tanggal 09 – 16 November 2022 oleh Direktorat Pengembangan Kompetensi Badan Riset dan Inovasi Nasional, dengan durasi 51 jam pelatihan.



Jakarta, 16 November 2022
Badan Riset dan Inovasi Nasional
Direktorat Pengembangan Kompetensi
Ptt. Direktur,

TT ELEKTRONIK
ID RITN

Raden Arthur Ario Lelono, Ph.D.
NIP. 19800421 201012 1 001



No. 1438/STMP/RT-L/9/2022

Materi Pelatihan Penyelenggaraan Operator Reaktor

No.	Materi Pelajaran	Jam
1	Dasar Fisika Reaktor	2
2	Keselamatan Radiasi, Pengelolaan Limbah Radioaktif, dan B3	3
3	Perpindahan Panas	2
4	Sistem Manajemen Reaktor Non Daya	1
5	Budaya Keselamatan	1
6	Peraturan Perundang-undangan terkait Reaktor Non Daya	1
7	Sistem Reaktor Non Daya	1
8	Keselamatan Nuklir	1
9	Fitur Keselamatan Teknis	2
10	Sistem Pendinginan Reaktor	1
11	Sistem Pendingin Reaktor	1
12	Sistem Instrumen dan Kendali Reaktor	1
13	Biaya dan Kredit Operasi	3
14	Pengoperasian Reaktor	4
15	Utilisasi Reaktor	1
16	Ketertarikan dan Pemangsaan Kedaruratan Nuklir	1
17	Prosedur Fisik dan Kimia Bahan Nuklir	1
18	Kemas Air	1
19	Pengawasan Praktikum	1
20	Praktikum Pengoperasian Reaktor Non Daya	9
21	Praktikum Kedaruratan Nuklir	3
22	Presentasi Hasil Praktikum	2
23	Ujian Teori	2
24	Ujian Lisan	1
25	Penjelasan Pelatihan	1
26	Tes Awal/Tes Akhir	2
27	Respon Soal	2

Jakarta, 16 November 2022
Koordinator Layanan Fungsi Keteknikan

 **TT ELEKTRONIK**
ID RITN

Indragiri, M.T
NIP. 19760301 200012 2 002

Gambar 2: Contoh Sertifikat Pelatihan

B. Registrasi

Peserta pelatihan melakukan registrasi melalui sistem informasi (registrasi online atau e layanan sains atau goggle form) minimal satu bulan sebelum pelatihan dimulai.

Lampiran 1

Jadwal Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Non Daya

Waktu	17 Februari 2025	18 Februari 2025		19 Februari 2025		20 Februari 2025		21 Februari 2025	
		Operator	Supervisor	Operator	Supervisor	Operator	Supervisor	Operator	Supervisor
07.45 - 08.30	Pembukaan Tes Awal Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio W (Jogja)	(VC) Keselamatan Nuklir Haryo Seno		(VC) Sistem Instrumentasi dan Kendali Ikhsan Shobari		(VC) Perpindahan Panas Wahyu Nur Hidayat		(VC) Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir Wahana	
08.30 ~ 09.15	Penjelasan Pelatihan Asep Wahyu (Bandung)	sda		sda		sda		sda	
09.15 ~ 09.30	ISTIRAHAT								
09.30 ~ 10.15	(VC) Dasar Fisika Reaktor Haryo Seno	(VC) Sistem Reaktor RND Abdul Rohim Iso Suwarso		(VC) Batasan dan Kondisi Operasi Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio Wicaksono (Jogja)	(VC) Keselamatan Neutronik dan Thermohidrolis Reaktor Nuri Trianti	(VC) Peraturan Perundang-undangan terkait RND Prasetyo Haryo Sadewo		(VC) Responsi soal Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio Wicaksono (Jogja)	
10.15 ~ 11.00	sda	(VC) Kimia Air Ivana Octavianita		sda	sda	(VC) Utilisasi Reaktor Argo Satrio Wicaksono		sda	
11.00 ~ 11.45	(VC) Fitur Keselamatan Teknis Prasetyo Haryo Sadewo	sda		(VC) Pengoperasian Reaktor Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio Wicaksono (Jogja)	(VC) Kecelakaan Dasar Desain Nuri Trianti	(VC) Sistem Manajemen RND Dwi Yuliansari,		Pengarahan Praktikum (Penyegaran+Baru) Asep Wahyu (Bandung) Wahyu Nur Hidayat (Jogja)	
11.15 ~ 12.45	ISTIRAHAT								
12.45 ~ 13.30	sda	(VC) Sistem Pendingin Wahyu Nur Hidayat		sda	(VC) Manajemen Operasi Abdul Rohim Iso Suwarso,	(VC) Budaya Keselamatan Puspitasari Ramadhania			(VC) Manajemen Penuaan Nailatussaadah
13.30 ~ 14.15	(VC) Keselamatan Radiasi dan Pengelolaan Limbah Radioaktif Mahrus Salam	sda		sda	(VC) Penjelasan Penyusunan Kertas Kerja Abdul Rohim Iso Suwarso	sda			(VC) Manajemen Penanganan Teras Reaktor Nailatussaadah
14.15 ~ 14.30	ISTIRAHAT								
14.30 ~ 15.15	sda	(VC) Sistem Pendukung Zulfikar Elran Bagaskara			(VC) LAK Abdul Rohim Iso Suwarso,	(VC) Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Satrio Aris Setiawan (Bandung) Fajar Panuntun (Jogja)			(VC) Modifikasi SSK Zulfikar Elran Bagaskara
15.15 ~ 16.00	sda	sda			sda	sda			

Waktu	24 Februari 2025		25 Februari 2025		26 Februari 2025		27 Februari 2025	28 Februari 2025
	Penyegaran	SIB Baru	Penyegaran	SIB Baru	Penyegaran	SIB Baru	SIB Baru	SIB Baru
08.00 ~ 08.45	Praktikum Pengoperasian Reaktor: 1. Operasi Reaktor 2. Kejadian Terantisipasi 3. Penanganan Sampel dan Limbah Radioaktif Asep Wahyu, Ghani, Andi, Nisa, Gallant (Bandung) Wahyu Nur Hidayat, Aldhan Dewanto, Bagus Agul, Ikhsan Shobari, Fajar Panuntun (Jogja)	Praktikum Kalibrasi Daya Bagus Agul, Aldhan Dewanto (Jogja)	Praktikum Kedaruratan Satrio Aris Setiawan (Bandung) Fajar Panuntun (Jogja)	Praktikum Kedaruratan Nuklir Fajar Panuntun (Jogja)	Presentasi Hasil Praktikum Peserta Asep Wahyu, Ghani, Andi, Nisa (Bandung) Wahyu Nur Hidayat, Aldhan Dewanto, Bagus Agul, Ikhsan Shobari, Fajar Panuntun (Jogja)	Praktikum Penanganan Sampel dan Limbah Radioaktif Prasetyo Haryo Sadewo (Jogja)	(e learning) Dasar Fisika Reaktor	(e learning) Sistem Pendingin Reaktor
08.45 ~ 09.30	sda	sda	sda	sda	sda	sda	sda	sda
09.30 ~ 09.45	ISTIRAHAT							
09.45 ~ 10.30	sda	sda	sda	sda	Ujian Teori Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio W (Jogja)	sda	(e learning) Fitur Keselamatan Teknis	(e learning) Sistem Pendukung Reaktor
10.30 ~ 11.15	sda	Praktikum Kalibrasi Batang Kendali Wahyu Nur Hidayat, Ikhsan Shobari (Jogja)	sda	sda	sda	sda	(e learning) Keselamatan Radiasi dan Pengelolaan Limbah Radioaktif	sda
11.15 ~ 12.00	sda	sda	Praktikum Penyusunan Kertas Kerja Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio W (Jogja)	Praktikum Proteksi Fisik Zulfikar Elran B (Jogja)	Ujian Lisan Asep Wahyu, Yayat Supriyatna (Bandung) Zulfikar Elran B, Prasetyo Haryo Sadewo	sda	sda	(e learning) Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor
12.00 ~ 12.45	ISTIRAHAT							
12.45 ~ 13.30	sda	sda	sda	sda	sda	sda	(e learning) Keselamatan Nuklir	sda
13.30 ~ 14.15	sda	sda		sda	Tes Akhir Asep Wahyu (Bandung) Argo Satrio W (Jogja)	sda	sda	(e learning) Batasan dan Kondisi Operasi
14.15 ~ 14.30	ISTIRAHAT							
14.30 ~ 15.15	sda	sda		sda	Evaluasi Penutupan	sda	(e learning) Sistem Reaktor Non Daya	sda
15.15 ~ 16.00	sda						sda	sda

Waktu	3 Maret 2025	4 Maret 2025	5 Maret 2025	6 Maret 2025	7 Maret 2025
	SIB Baru	SIB Baru	SIB Baru	SIB Baru	SIB Baru
08.00 ~ 08.45	(e learning) Pengoperasian Reaktor	(e learning) Sistem Manajemen RND	Pembelajaran Eksperensial	Pembelajaran Eksperensial	Pembelajaran Eksperensial
08.45~ 09.30	sda	(e learning) Budaya Keselamatan	sda	sda	sda
09.30 ~ 10.15	(e learning) Perpindahan Panas	(e learning) Kesiapsiagaan dan penanggulangan ke daruratan Nuklir	sda	sda	sda
10.15 ~ 11.00	(e learning) Peraturan Perundang-undangan terkait RND	(e learning) Proteksi Fisik dan Kendali Bahan Nuklir	sda	sda	sda
11.00 ~ 11.45	sda	Pembelajaran Eksperensial	sda	sda	sda
11.45 ~ 12.15	ISTIRAHAT				
12.15 ~ 13.00	sda	sda	sda	sda	sda
13.00 ~ 13.45	(e learning) Utilisasi Reaktor	sda	sda	sda	sda
13.45 ~ 14.30	sda	sda	sda	sda	sda
14.30 ~ 15.15		sda	sda	sda	sda

Waktu	10 Maret 2025	11 Maret 2025	12 Maret 2025
	SIB Baru	SIB Baru	SIB Baru
08.00 ~ 08.45	Pembelajaran Eksperensial	Pembelajaran Eksperensial (Pembuatan Laporan/ Wahyu Nur Hidayat, Aldhan Dewanto, Bagus Agul, Zulfikar Elran, (Jogja)	Ujian Teori <i>Argo Satrio W (Jogja)</i>
08.45~ 09.30	sda	sda	sda
09.30 ~ 10.15	sda	sda	Ujian Lisan <i>Zulfikar Elran B , Prasetyo Haryo Sadewo (Jogja)</i>
10.15 ~ 11.00	sda	sda	sda
11.00 ~ 11.45	sda	sda	sda
11.45 ~ 12.15			
12.15 ~ 13.00	sda	sda	sda
13.00 ~ 13.45	sda	sda	Tes Akhir <i>Argo Satrio W (Jogja)</i>
13.45 ~ 14.30	sda	sda	Evaluasi
14.30 ~ 15.15	sda	sda	Penutupan