

**PROGRAM PENYIAPAN
SUMBER DAYA MANUSIA
REAKTOR DAYA EKSPERIMENTAL**



**PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
2015**

	BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN	Dokumen: 001/SDM RDE/PDL/2015
	PROGRAM PENYIAPAN SUMBER DAYA MANUSIA REAKTOR DAYA EKSPERIMENTAL	Tanggal: 28 Desember 2015

Lembar Pengesahan

	Nama	Jabatan	Tanggal	Tanda Tangan
Disiapkan	Ir. Fatmuanis B, M.Si	Ketua Tim	28/12/15	
Diperiksa	Ir. Bagiyono, M.Sc	Reviewer	29/12/2015	
Disahkan	Dr. Ir. Sudi Ariyanto, M.Eng	Penanggungjawab	29/12/2015	

Anggota Tim:

1. Ir. Sriyana, MT (PKSEN)
2. Drs. Sahala Maruli Lumban Raja (PKSEN)
3. Dr. R. Mohammad Subekti, ST (PTKRN)
4. Dr. Syaiful Bakhri (PTKRN)
5. Ir. Susyadi, M.Eng (PTKRN)
6. Drs. Sigit Asmara Santa (PTKRN)
7. Chantar Harumi, S.Sos (BSDMO)
8. Dra. Wiwik Sri Wiyati (BSDMO)
9. Ir. Siswoto (PSMN)
10. Dra. Rinawati Anwar (Pusdiklat)
11. Pramaning Tri Hastari, S.Si (Pusdiklat)

DAFTAR ISI

	halaman
I. PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan	3
3. Ruang Lingkup	3
4. Metodologi.....	4
II. KAJIAN KEBUTUHAN SDM	5
1. Kebutuhan SDM Kuantitatif Seluruh Tahapan Proyek RDE	7
2. Kebutuhan SDM Pada Fase Persiapan Proyek.....	10
a. Organisasi Pelaksana Persiapan Proyek.....	10
b. Organisasi Pelaksana Persiapan Proyek Reaktor Daya Eksperimental	11
3. Kebutuhan SDM Pada Fase Implementasi Proyek.....	14
a. Organisasi Pelaksana Proyek	14
b. Konsep Organisasi Pelaksana Proyek Pembangunan RDE	16
4. Kebutuhan SDM Pada Fase Pengoperasian dan Pemeliharaan	18
a. Struktur Organisasi Pengoperasi dan Pemeliharaan	18
b. Organisasi Pengoperasi RDE Jepang.....	20
c. Jumlah SDM Pengoperasian High Temperature Test Reactor (HTTR) IDAHO – USA.....	21
d. Organisasi Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN	22
e. Organisasi Pengoperasian RDE	24
5. Kualifikasi dan Kompetensi SDM RDE	26
III. PROGRAM PENYIAPAN SDM.....	34
1. Skema Rekrutmen dan Kerangka Waktu	34
a. Pola Rekrutmen	34
b. Kerangka Waktu Rekrutmen	38

2. Pelatihan SDM RDE.....	41
a. Pelatihan Dasar Ketenaganukliran.....	43
b. Pelatihan Khusus Ketenaganukliran	44
1. Personel Operasi RDE	45
2. Personel Pemeliharaan RDE.....	48
3. Personel Keselamatan, Seifgard, Pengamanan Nuklir dan Jaminan Mutu.....	51
c. Standar Kompetensi personel (SKP) dan Standar Latih Kompetensi (SLK)	55
d. Jejaring Kerjasama Pelatihan SDM RDE dan Biaya Pelatihan	56
3. SERTIFIKASI SDM RDE	57
a. Lingkup Bidang Kompetensi yang Disertifikasi	58
b. Proses Sertifikasi Personel	60
c. Masa Berlaku Sertifikat Dan Sertifikasi Ulang.....	64
d. Lembaga Sertifikasi Personel	64
e. Tempat dan Kerangka Waktu Uji Kompetensi	66
IV. PENUTUP	67
DAFTAR PUSTAKA	71
Lampiran 1 Kualifikasi SDM RDE	73
Lampiran 2 Jadwal Rekrutmen dan Pelatihan SDM RDE	83
Lampiran 3 Program Pelatihan SDM RDE	86

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) tahun 2005~2025, Indonesia seharusnya sudah mulai mengoperasikan pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) dengan mempertimbangkan faktor keselamatan, keamanan dan keandalan secara ketat pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) ke-3 (antara tahun 2015~2019). Namun demikian, karena pemerintah belum memutuskan secara pasti pembangunan PLTN tersebut, maka program pembangunan RDE merupakan langkah antara untuk persiapan pembangunan PLTN.

Regulasi terkait kebijakan energi nasional yang mendasari pemanfaatan tenaga nuklir untuk kesejahteraan manusia, khususnya untuk penyediaan energi listrik (RDE), adalah:

- Undang-Undang (UU) Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran;
- Peraturan Pemerintah (PP) No. 5 tahun 2010 tentang RPJM 2010–2014; dan
- Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.

Tujuan utama proyek tersebut adalah untuk meningkatkan penguasaan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) generasi baru yang dikategorikan generasi ke IV, meningkatkan kemampuan SDM untuk merancang, membangun dan mengoperasikan PLTN, dan mendemonstrasikan bahwa PLTN skala kecil dapat beroperasi secara aman, selamat dan andal. Selain mampu menghasilkan listrik, reaktor tersebut dapat juga digunakan untuk keperluan penelitian dan pengembangan terpadu di bidang energi nuklir, terutama kogenerasi untuk produksi hidrogen,

likuifikasi batu bara, dan desalinasi serta mendukung pengembangan sumber daya manusia untuk program energi nuklir nasional.

Dalam penjelasan Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 dinyatakan bahwa pembinaan dan pengembangan kemampuan sumber daya manusia (SDM) adalah syarat mutlak dalam rangka mendukung upaya pemanfaatan tenaga nuklir dan pengawasannya, sehingga pemanfaatan tenaga nuklir benar-benar meningkatkan kesejahteraan rakyat dengan tingkat keselamatan yang tinggi. Pembinaan dan pengembangan ini dilakukan juga untuk meningkatkan disiplin dalam mengoperasikan instalasi nuklir dan menumbuhkembangkan budaya keselamatan.

Reaktor Daya Eksperimental (RDE) merupakan program hasil kesepakatan dari komunikasi yang intens antara BATAN, Bappenas dan Kementerian Keuangan. Selain Bappenas dan Kementerian Keuangan, pemangku kepentingan Program RDE antara lain, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, PT PLN, PT Pertamina, PT Antam dan Bapeten.

Banyak hal yang harus dipersiapkan guna pembangunan dan pengoperasian RDE pertama di Indonesia tersebut, baik dari aspek teknologi, ekonomi, sosial–budaya, organisasi, termasuk di dalamnya budaya keselamatan dan keamanan yang mencakup keselamatan umum, instalasi, dan lingkungan kerja, serta penyiapan sumber daya manusia.

2. Tujuan

Penyusunan program Penyiapan SDM RDE dimaksudkan sebagai acuan bagi para pemangku kepentingan dalam menyiapkan SDM untuk pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan RDE sesuai kompetensi, jumlah yang memadai dan secara tepat waktu.

3. Ruang Lingkup

Program Penyiapan SDM RDE ini menekankan pada pengembangan SDM untuk kegiatan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan RDE. Pengembangan SDM bertumpu pada kompetensi personel, yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap, melalui pendidikan, pelatihan dan pengalaman yang dilanjutkan dengan proses uji kompetensi.

Pelatihan SDM RDE dibedakan menjadi pelatihan dasar ketenaganukliran dan pelatihan tingkat lanjut atau spesialisasi. Pelatihan dasar ketenaganukliran akan diselenggarakan di dalam negeri, sedangkan pelatihan tingkat lanjut atau spesialisasi untuk tahap awal akan dilakukan di luar negeri mengingat adanya keterbatasan infrastruktur yang tersedia di dalam negeri.

Pokok bahasan dalam dokumen ini adalah sebagai berikut:

- Kajian kebutuhan SDM RDE secara kuantitatif maupun kualitatif, seperti persyaratan pendidikan, pengalaman kerja, dan pelatihan; untuk organisasi manajemen proyek pembangunan RDE dan pengoperasian RDE serta identifikasi kompetensi SDM RDE
- Program Penyiapan SDM RDE, yang meliputi program rekrutmen SDM, Program Pendidikan dan Pelatihan, Standar Kompetensi Personel, Standar Latih Kompetensi, jejaring kerja sama pelatihan serta Sertifikasi Personel.

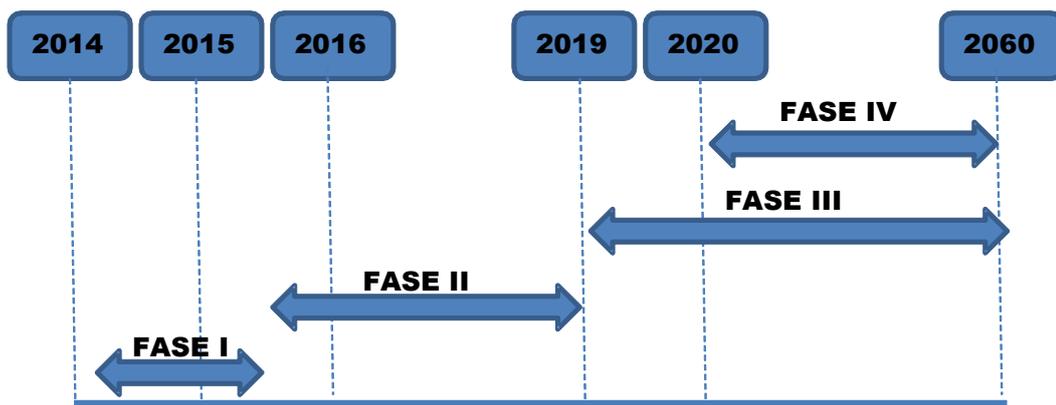
4. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan dokumen ini adalah studi literatur dari publikasi yang diterbitkan oleh IAEA dan dokumen lain seperti bahan seminar, *workshop*, ataupun *technical assistance* di bidang persiapan pembangunan RDE, diskusi dalam tim kerja serta konsultasi dengan para pakar di bidang pengembangan SDM.

II. KAJIAN KEBUTUHAN SDM

Kebutuhan SDM baik secara kuantitatif maupun kualitatif sangat ditentukan oleh tahapan pembangunan RDE dan fasilitas pendukungnya, serta pengelompokan fungsi kegiatan. Secara umum, kegiatan pembangunan dan pengembangan RDE dibagi dalam 4 tahap/fase (lihat gambar 2.1), yaitu:

1. Fase I merupakan kegiatan Persiapan proyek (*Pre-Project*): 2014-2015
2. Fase II merupakan kegiatan / Proyek pembangunan (*Engineering, Procurement, Construction / EPC*): 2015-2019
3. Fase III merupakan tahap komisioning dan operasi RDE: 2019-2060
4. Fase IV merupakan tahap pengembangan riset terpadu EBT (kogenerasi): 2020-2060



Gambar 2.1. Pembagian Fase Kegiatan RDE dan Pengembangan Riset Terpadu EBT.

Secara rinci fungsi kegiatan pembangunan RDE dapat dikelompokkan sebagai kegiatan berikut :

- **Persiapan Proyek (*Pre-project*)**

Kegiatan ini dimulai ketika opsi tenaga nuklir sudah diputuskan menjadi salah satu sumber pembangkit tenaga listrik. Aktivitas penting dalam tahap ini adalah terbitnya kebijakan pemerintah terhadap tenaga nuklir di

dalam perencanaan energi jangka panjang, penyusunan kerangka hukum dan organisasi, survei infrastruktur nasional, rencana partisipasi nasional, survei tapak dan kajian lingkungan, serta program pengembangan SDM.

- **Manajemen Proyek (*Project Management*)**

Kegiatan ini dimulai setelah adanya keputusan pemerintah untuk membangun RDE. SDM yang terlibat di dalam tahapan ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai pemilik RDE (*owner*) dan kontraktor utama (*main contractor*).

- **Regulasi dan Perizinan (*Regulation and Licensing*)**

Kegiatan ini bertujuan dilakukan untuk pemenuhan persyaratan sistem regulasi dan perizinan. Sebagaimana fasilitas lain yang menggunakan zat radioaktif atau sumber radiasi, pengoperasian RDE harus memenuhi semua sistem regulasi dan perizinan, baik terhadap fasilitasnya maupun personel yang mengoperasikan atau bekerja di fasilitas tersebut.

- **Jaminan dan Kendali Mutu (*Quality Assurance and Quality Control*)**

Kegiatan ini dilaksanakan di semua tahapan, mulai dari persiapan, pembangunan, sampai pengoperasian RDE baik pada manajemen *utility* maupun kontraktor utama.

- **Rekayasa Proyek (*Project Engineering*)**

Kegiatan ini akan dilaksanakan di dan oleh negara pemasok sepenuhnya, meskipun begitu diharapkan beberapa SDM Indonesia dapat berpartisipasi dalam rangka alih teknologi.

- **Pengadaan (*Procurement*)**

Proses pengadaan harus mengikuti semua ketentuan baik yang ditentukan oleh Indonesia maupun negara pemasok komponen, dengan melibatkan SDM Indonesia.

- **Konstruksi RDE (*Plant Construction*)**

Kegiatan ini merupakan kegiatan utama dalam proyek pembangunan RDE yang berdurasi panjang dan akan menyerap banyak tenaga kerja

dibandingkan dengan pada tahap lainnya, khususnya teknisi (*technicians*) dan tukang (*craftsmen*).

- **Komisioning (*Commissioning*)**

Setelah RDE dan seluruh fasilitas pendukungnya siap beroperasi, maka harus dilakukan uji coba operasi (komisioning) sebelum fasilitas ini diizinkan untuk beroperasi secara komersial.

- **Pengoperasian dan Pemeliharaan (*Operations and Maintenance*)**

Pada tahap ini RDE dan fasilitas pendukungnya mulai dioperasikan secara komersial dengan mengikuti seluruh prosedur operasi dan pemeliharaan.

Jadwal pelaksanaan beberapa kegiatan tersebut di atas berbeda-beda sehingga beberapa personel mungkin saja terdapat di dalam beberapa kelompok kegiatan yang berbeda. Semua tahap kegiatan di atas harus memenuhi aspek keandalan (*reliability*), keselamatan (*safety*), keamanan (*security*), dan seifgard (*safeguards*) yang tinggi.

1. Kebutuhan SDM Kuantitatif Seluruh Tahapan Proyek RDE

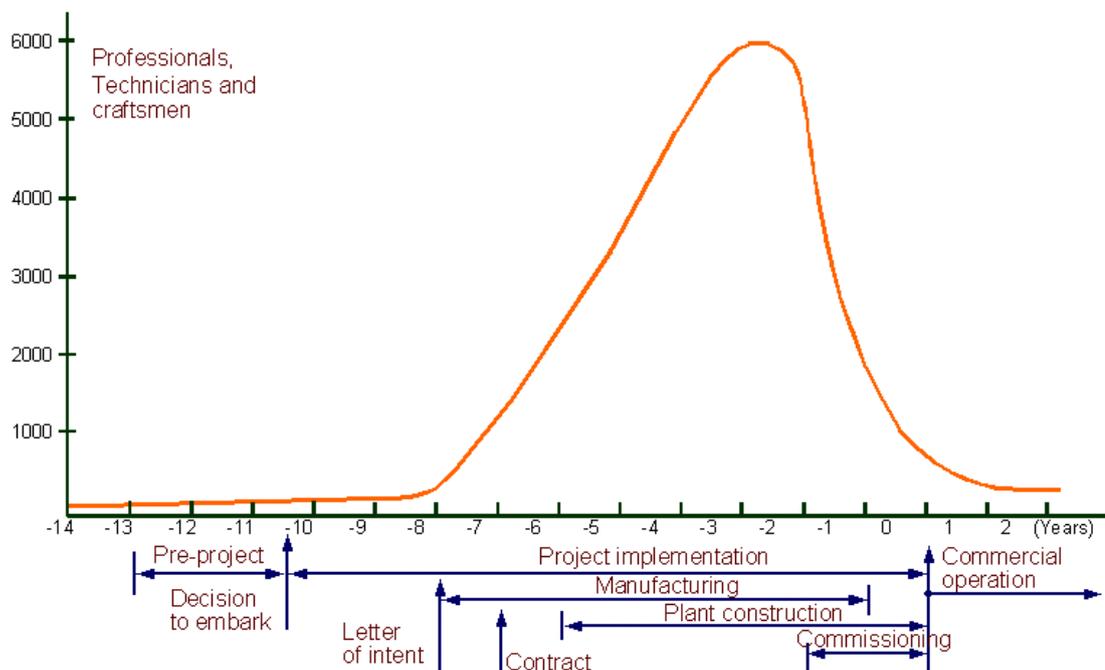
Jumlah SDM yang dibutuhkan untuk bekerja dalam setiap kelompok kegiatan sebagaimana tersebut di atas sangat bervariasi, mulai puluhan hingga ribuan orang. Berdasarkan tingkat pendidikan atau keahliannya, SDM ini dapat dibedakan menjadi 3 kategori yaitu tenaga ahli (*professional*), teknisi (*technician*), dan tukang (*craftsmen*). Dari masing-masing kategori tersebut akan dibedakan lagi menjadi beberapa tingkatan sesuai dengan keahlian dan pengalamannya.

- **Tenaga ahli**

Kategori ini berpendidikan sekurang-kurangnya sarjana atau yang setara (S_1/D_4 , S_2 dan S_3) dengan tambahan pengalaman teknis dan manajerial serta pelatihan yang sesuai dengan bidang spesialisasinya.

- Teknisi
Golongan ini berpendidikan kejuruan seperti politeknik (D₃) ataupun sekolah menengah kejuruan (SMK) dengan tambahan pengalaman teknis dan pelatihan yang sesuai dengan bidang spesialisasinya.
- Tukang (*craftsmen*)
Golongan ini berpendidikan rendah seperti sekolah menengah yang mempunyai keahlian tertentu (*skilled labour*) dan kelompok tenaga kasar (*unskilled labour*).

Pada gambar 2.2. ditunjukkan jumlah kebutuhan SDM secara total mulai dari tahap persiapan proyek (*pre-project*) sampai PLTN beroperasi secara komersial yang dapat dijadikan acuan dalam untuk proyek RDE.



Gambar. 2.2. Jumlah Kebutuhan SDM Secara Total
(diambil dari dokumen IAEA: TRS 200)

Pada Gambar 2.2, terlihat bahwa kegiatan persiapan SDM yang akan terlibat dalam pembangunan dan pengoperasian PLTN harus sudah dimulai 10 - 15 tahun sebelum PLTN dioperasikan. Untuk pembangunan dan

pengoperasian RDE, BATAN telah memiliki pengalaman dalam membangun dan mengoperasikan Reaktor Riset, maka penyiapan SDM sebagian sudah tersedia dan yang perlu mendapatkan perhatian adalah SDM untuk mengoperasikan dan memelihara RDE yang disiapkan paling tidak 5 tahun sebelum RDE dioperasikan.

Jumlah kebutuhan SDM secara total tersebut di atas dijabarkan secara lebih rinci berdasarkan kelompok kegiatan maupun tingkat pendidikannya sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Kebutuhan SDM per Kelompok Kegiatan

(data berdasarkan dokumen IAEA: TRS 200)

Kegiatan	Tenaga Ahli	Teknisi	Tukang	Total
Persiapan Proyek	36 - 53	1 - 2	-	37 - 55
Manajemen Proyek				
- Utilitas	48 - 63	8 - 11	-	56 - 74
- Kontraktor Utama	27 - 36	3 - 4	-	30 - 40
Proyek Rekayasa	180 - 240	130 - 190	-	310 - 430
Pengadaan	17 - 28	8 - 12	-	25 - 40
Kegiatan QA / QC	30 - 50	50 - 70	-	80 - 120
Konstruksi RDE (buruh/tenaga kerja tak terdidik)	70 - 100	280 - 400	2000 - 2700 (+ 2000)	2350 - 3200 (+ 2000)
Peraturan dan Perizinan	45 - 65			45 - 65
Komisioning	38 - 50	40 - 60	80 - 120	158 - 230
Pengoperasian dan Pemeliharaan	40 - 55	110 - 180	20 - 35	170 - 270

Penyusunan kebutuhan SDM RDE pada fase persiapan proyek dan implementasi proyek ini disusun dengan struktur penulisan yang dimulai dari

deskripsi acuan yang ada, yakni dokumen IAEA, kemudian contoh praktik di dunia dan kemudian disampaikan usulan implementasi untuk RDE

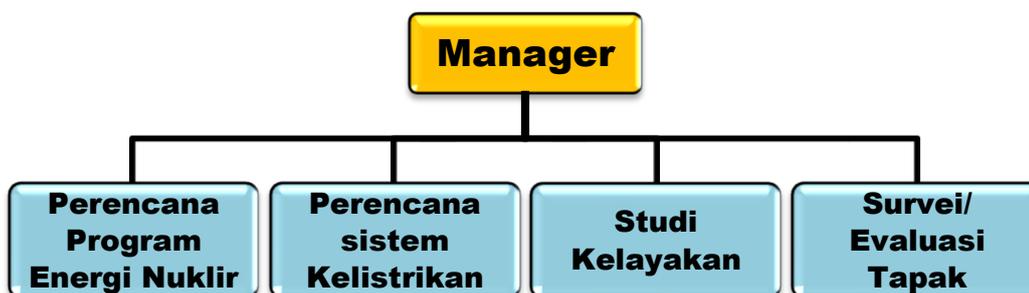
2. Kebutuhan SDM Pada Fase Persiapan Proyek

Kegiatan RDE pada fase Persiapan Proyek meliputi:

- a. Perencanaan sistem kelistrikan
- b. Studi kelayakan
- c. Survei/evaluasi tapak.

a. Organisasi Pelaksana Persiapan Proyek

IAEA membagi tahapan proyek pembangunan RDE menjadi tahapan Persiapan Proyek dan Implementasi Proyek^[1]. Organisasi yang melaksanakan kegiatan Persiapan Proyek dapat dilihat pada gambar 2.3. sebagai berikut:^[2]



Gambar 2.3. Struktur Organisasi Tahap Persiapan Proyek RDE

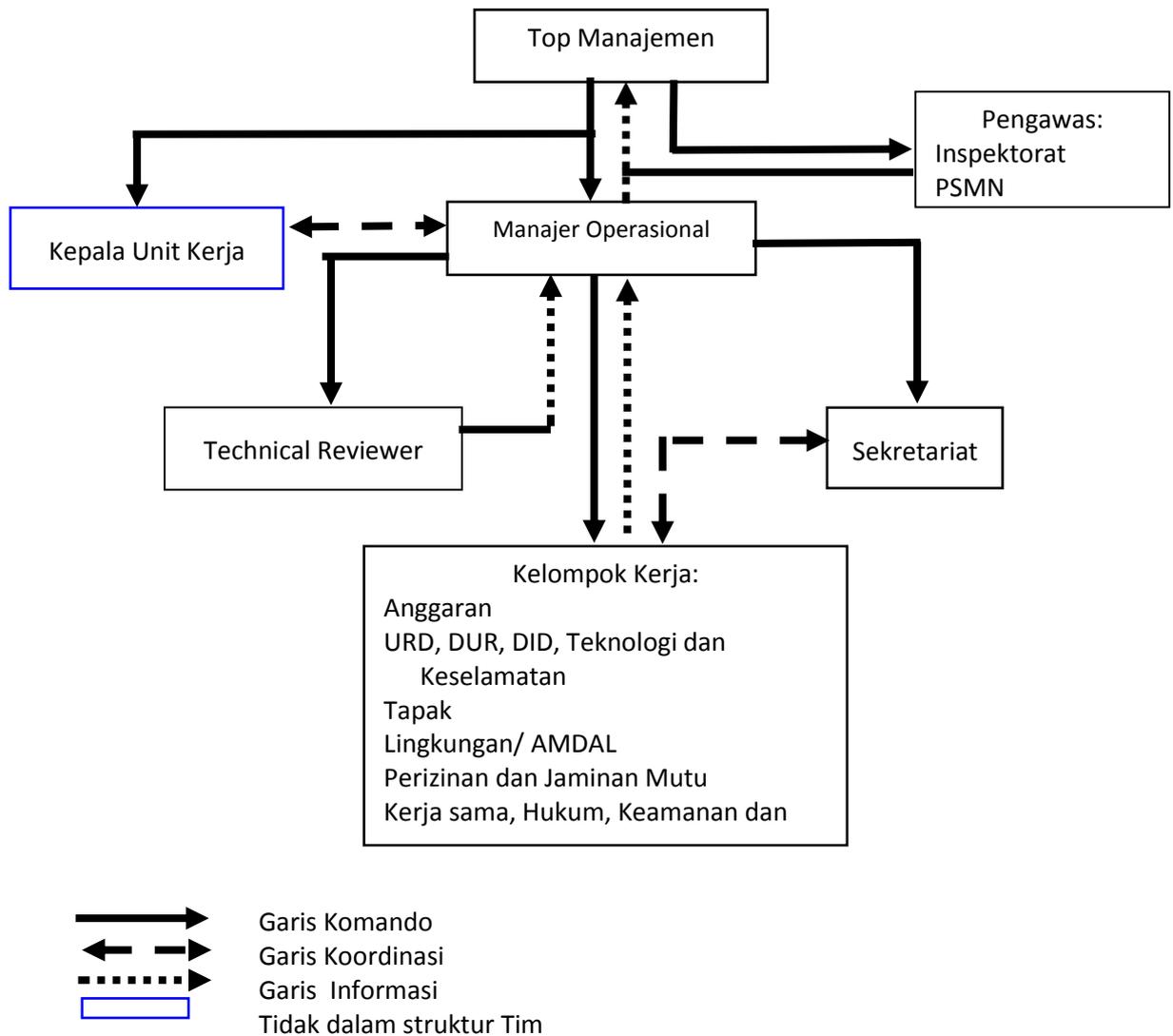
Kegiatan pada tahap ini meliputi perencanaan program kelistrikan nasional dan peran energi nuklir, studi kelayakan RDE yang meliputi studi tapak dan studi non-tapak (aspek manajemen, teknologi, daur bahan bakar nuklir, dan lain-lain). SDM yang diperlukan pada tahap ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah SDM Tahap Persiapan Proyek^[2]

No.	Jabatan/Kegiatan	Tenaga Ahli	Teknisi	Jumlah
1	Manajer	1	-	1
2	Perencana Program Tenaga Nuklir	5 - 10	-	5 - 10
3	Perencana Sistim Kelistrikan	3 - 5	1 - 2	4 - 7
4	Studi Kelayakan	10 - 15	-	10 - 15
5	Survey/evaluasi Tapak	5 - 7	-	5 - 7
Jumlah		24 - 38	1 - 2	25 - 40

b. Organisasi Pelaksana Persiapan Proyek Reaktor Daya Eksperimental

Kegiatan pada tahap Persiapan Proyek pembangunan RDE dilaksanakan pada tahun 2014 dan 2015. Untuk melaksanakan kegiatan pada tahap ini BATAN membentuk Tim Pelaksana yang anggotanya berasal dari berbagai Pusat terkait. Tugas dan tanggung jawab serta hubungan Tim digambarkan dalam struktur organisasi yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Secara rinci tanggung jawab masing-masing personel pelaksana dituangkan dalam dokumen Sistem Manajemen Evaluasi Tapak RDE (SMET RDE)^[3].



Gambar 2.4. Struktur Organisasi Tahap Persiapan Proyek RDE BATAN

Jumlah SDM Pelaksana Persiapan Proyek RDE tahun 2014 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah SDM Tahap Persiapan Proyek RDE BATAN

No.	Jabatan/Kelompok	Tenaga Ahli	Teknisi	Jumlah
1	Top Manajemen/Pengarah	2	-	2
2	Manajer Operasional/Ketua	1	-	1
3	Wakil Ketua	1	-	1
4	Sekretaris	1	-	1
5	Sekretariat	1	3	4
6	Kelompok Anggaran	1	5	6
7	Kelompok URD, DUR, DID, Teknologi & Kelompok Keselamatan	9	-	9
8	Kelompok Tapak	10	-	10
9	Kelompok Lingkungan/AMDAL	6	-	6
10	Kelompok Perizinan dan Jaminan Mutu	6	-	6
11	Kelompok Kerjasama, Hukum, Keamanan dan Sosbud	6	-	6
12	Kelompok Reviewer	6	-	10
	Jumlah personel keseluruhan:	54	8	62

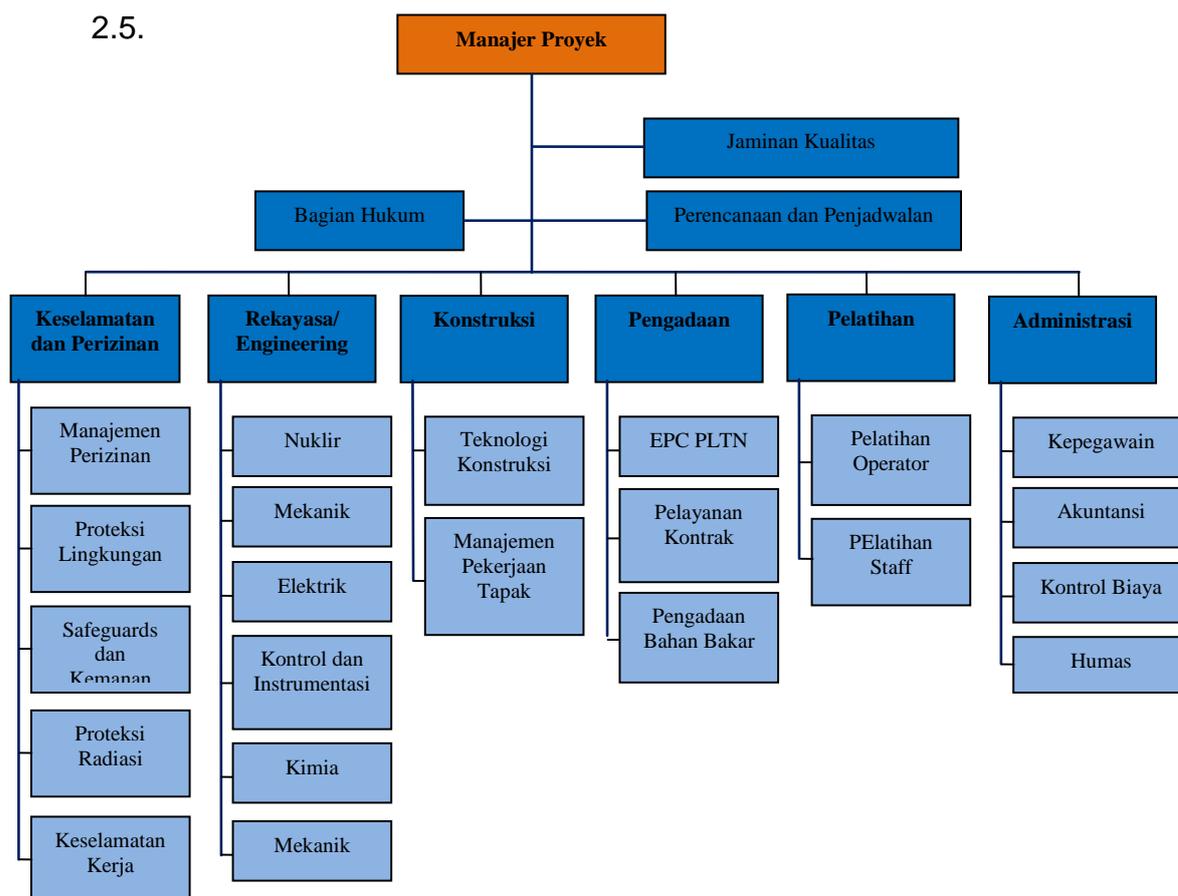
Untuk organisasi Persiapan Proyek di BATAN dilakukan oleh TIM Pelaksana yang koordinasikan oleh Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir (PKSEN) dengan melibatkan Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir (PTKRN), Pusat Bahan Galian Nuklir (PBGN), Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN), Pusat Diseminasi dan Kemitraan (PDK) dan Pusat Standarisasi Mutu Nuklir (PSMN)

3. Kebutuhan SDM Pada Fase Implementasi Proyek

Kegiatan pada fase implementasi proyek RDE meliputi antara lain:^[2] Seleksi dan kualifikasi tapak, Penyiapan spesifikasi, Penyiapan penawaran, Evaluasi penawaran, Negosiasi kontrak, Enjiniring proyek, Kegiatan aplikasi perizinan, Pengadaan peralatan dan bahan

a. Organisasi Pelaksana Proyek

IAEA telah memberikan pedoman dan contoh dokumen teknis tentang organisasi pelaksana proyek RDE pada umumnya. Organisasi pada tahap pelaksanaan proyek terdiri dari organisasi Pemilik proyek (*Owner*), dan organisasi Pemasok (*Vendor*). Organisasi Pemasok RDE tidak dibahas dalam naskah ini, sedangkan contoh organisasi sebagaimana dipublikasikan IAEA dalam dokumen NP-T-2.7 ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Struktur Organisasi Tahap Implementasi Proyek RDE (PMO Pemilik/Utiliti)^[1]

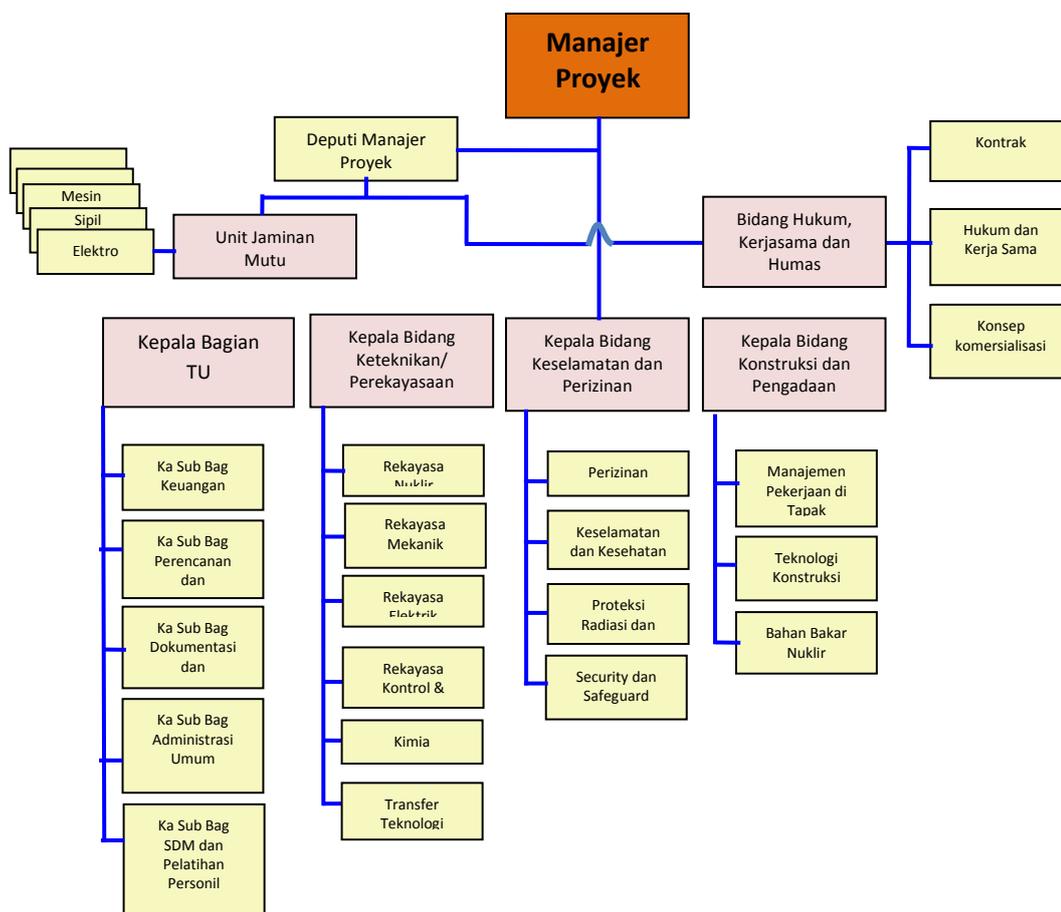
Jumlah SDM dalam tahap implementasi proyek ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah SDM Tahap Implementasi Proyek (PMO Pemilik/Utiliti)^[2]

No.	Jabatan/Kegiatan	Tenaga Ahli	Teknisi	Jumlah
1	Manajer Proyek	1	-	1
2	Deputi Manajer Proyek	1	-	1
3	Bantuan Hukum	1	-	1
4	Perencanaan dan Penjadwalan	4 – 5	-	4 - 5
	Supervisi Teknik			
5	Manajer Teknik	1	-	1
6	Penyelia Teknik Nuklir	1	-	1
7	Penyelia Teknik Mesin	1	-	1
8	Penyelia Teknik Elektro	1	-	1
9	Penyelia Teknik Kontrol dan Instrumentasi	1	-	1
10	Penyelia Teknik Sipil	1	-	1
11	Penyelia Manajemen Bahan Bakar	1	-	1
12	Penyelia Tapak	1	-	1
13	Staf Teknik	15 - 20	-	15 - 20
14	Staf Teknisi	-	5 - 7	15 - 20
	Keselamatan dan Perijinan			
15	Manajer	1	-	1
16	Staf	3 - 5	-	3 - 5
	Jaminan Mutu			
17	Manajer	1	-	1
18	Staf	3 - 4	-	3 - 4
	Manajemen Pelatihan dan personel			
19	Manajer	1	-	1
20	Staf	2 - 3	-	2 - 3
	Keuangan dan Bisnis			
21	Manajer	1	-	1
22	Staf	3 - 5	3 - 4	6 - 9
	Administrasi dan Hubungan Masyarakat			
23	Manajer	1	-	1
24	Staf	2 - 4	-	2 - 4
	Jumlah	48 - 63	8 - 11	56 - 74

b. Konsep Organisasi Pelaksana Proyek Pembangunan RDE

Berdasarkan acuan IAEA dan analisis sesuai kebutuhan proyek implementasi pembangunan RDE, maka organisasi pelaksana proyek yang diusulkan adalah sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.6. Struktur Organisasi Tahap Implementasi Proyek RDE BATAN (PMO Pemilik/Utility)

Sedangkan kebutuhan SDM untuk organisasi Pemilik (PMO) ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah SDM Tahap Implementasi Proyek RDE BATAN (PMO Pemilik/Utiliti)

	Jabatan/Kelompok	Profesional	Teknisi	Jumlah
1	Manajer Proyek	1	-	1
2	Deputi Manajer Proyek	1	-	1
3	Unit Jaminan Mutu	3	-	3
4	Kepala Bidang Hukum, Kerjasama dan Kontrak	1	-	1
	a. Monitoring Kemajuan Kontrak	1	1	2
	b. Hukum dan Kerjasama	2	2	4
	c. Konsep Komersialisasi	1	1	2
5	Kepala Bagian TU	1	-	1
	a. Subbag Keuangan	1	1	2
	b. Subbag Perencanaan dan Penjadwalan	1	1	2
	c. Subbag Dokumentasi dan Komunikasi	1	1	2
	d. Subbag Administrasi Umum	1	1	2
	e. Subbag SDM dan Pelatihan personel	1	1	2
6	Kepala Bidang Keteknikan dan Perekayasaan	1	-	1
	a. Rekayasa Nuklir	2	-	2
	b. Rekayasa Mekanik	2	-	2
	c. Rekayasa Elektrik	2	-	2
	d. Rekayasa Kontrol & Instrumentasi	2	-	2
	e. Kimia	2	-	2
	f. Transfer Teknologi	2	-	2
7	Kepala Bidang Keselamatan dan Perizinan	1	-	1
	a. Perizinan	1	1	2
	b. Keselamatan dan Kesehatan	1	1	2
	c. Proteksi radiasi dan Lingkungan	2	2	4
	d. Security dan Safeguard	1	1	2
8	Kepala Bidang Konstruksi dan Pengadaan	1	-	1
	a. Manajemen Pekerjaan di Tapak	1	1	2
	b. Teknologi Konstruksi	1	1	2
	c. Bahan Bakar Nuklir	1	1	2
	Jumlah personel keseluruhan	39	17	56

Untuk organisasi manajemen proyek RDE dapat direkrut secara internal BATAN dari unit kerja seperti Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir (PKSEN), Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir (PTKRN), Pusat Bahan Galian Nuklir (PBGN), Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN), Pusat Diseminasi dan Kemitraan (PDK) dan Pusat Standarisasi Mutu Nuklir (PSMN) dan tenaga pendukung dari lingkungan Sekretariat Utama.

Organisasi Manajemen Proyek harus sudah dibentuk pada saat proyek akan dimulai sebelum pekerjaan pondasi dan sipil. Untuk program RDE yang akan dioperasikan tahun 2021 maka Organisasi Manajemen Proyek harus sudah dibentuk paling lambat tahun 2016, mengingat pembangunan RDE memerlukan waktu paling kurang 5 – 8 tahun.

Organisasi Manajemen Proyek dapat berupa Unit Pelaksana Teknis (UPT) atau menjadi bagian pada unit kerja yang memiliki tugas fungsi selaras seperti PKSEN. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu OMP bersifat sementara sehingga SDM yang ada dapat dialih-tugaskan pada Organisasi Pengoperasian RDE

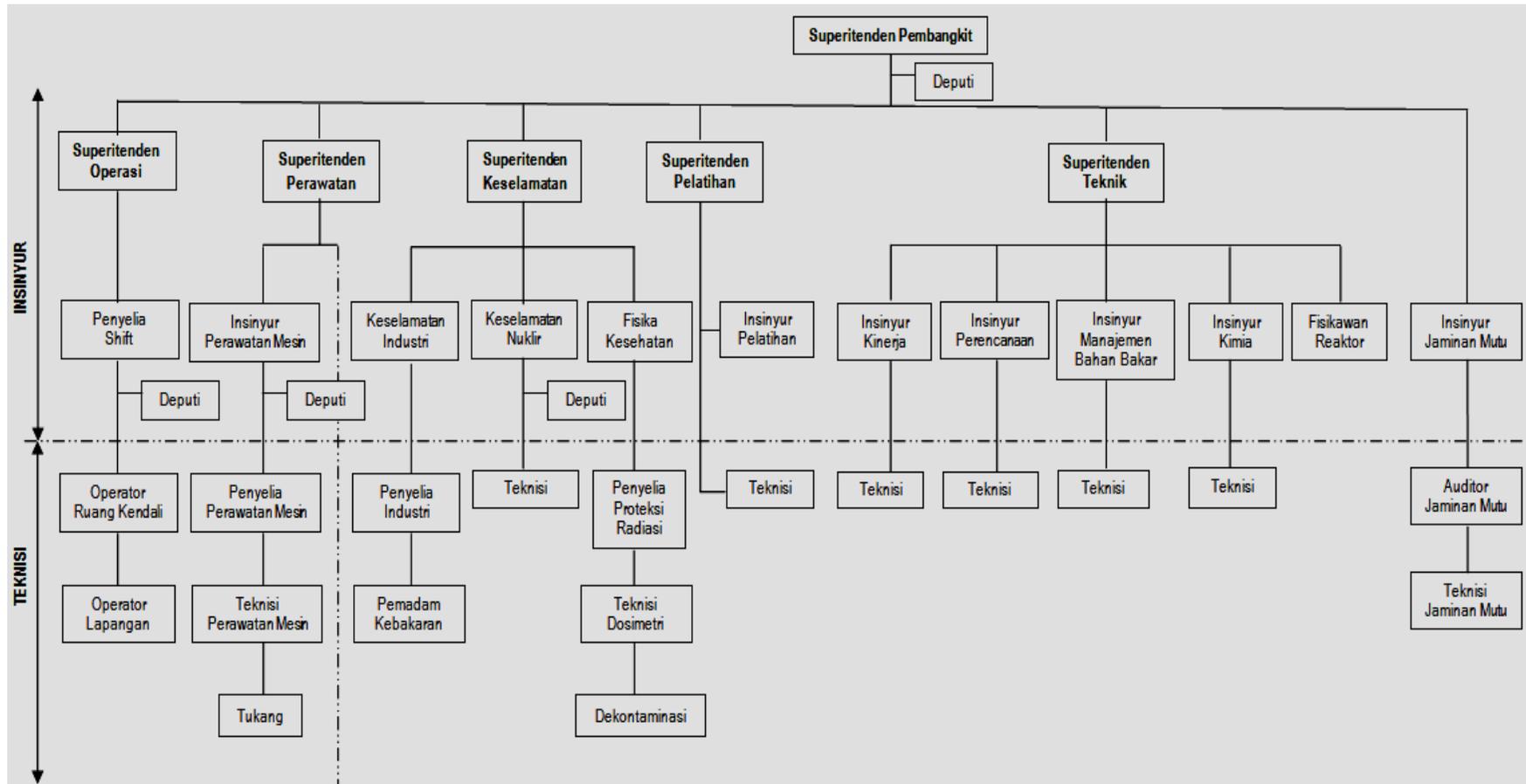
4. Kebutuhan SDM Pada Fase Pengoperasian dan Pemeliharaan

Kegiatan pada fase pengoperasian dan pemeliharaan meliputi antara lain:

- ❖ Pengoperasian pembangkit,
- ❖ Pemeliharaan pembangkit,
- ❖ Keselamatan pembangkit dan proteksi radiasi,
- ❖ Jaminan mutu operasi, dan
- ❖ Kegiatan pelatihan.

a. Struktur Organisasi Pengoperasi dan Pemeliharaan

Menurut IAEA contoh struktur organisasi pengoperasi dan pemeliharaan RDE ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.7. Struktur Organisasi Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan RDE

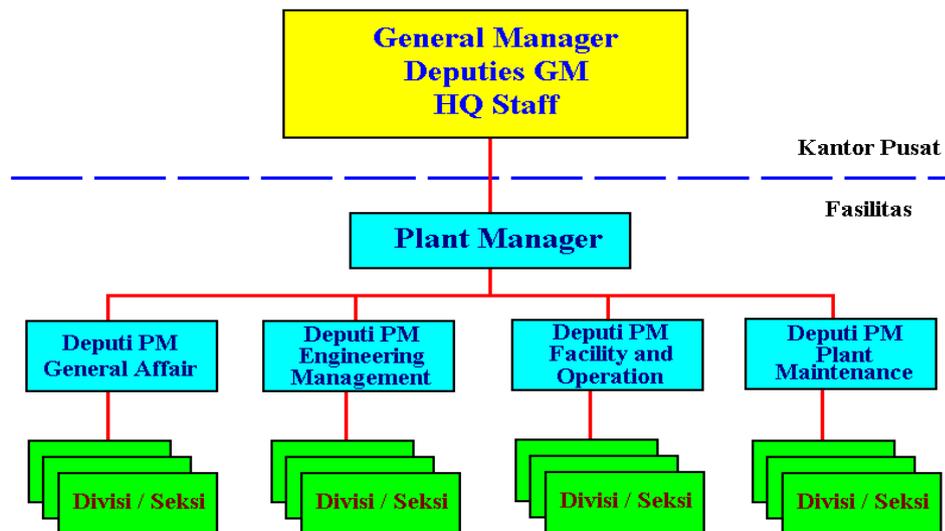
Jumlah SDM yang diperlukan ditunjukkan pada Tabel 6.^[2]

Tabel 6. Jumlah SDM Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTN

No.	Divisi	Tenaga Ahli	Teknisi	Tukang	Jumlah
1.	Manajer	2	-	-	2
2.	Pengoperasian	11- 13	40 - 72	-	51 - 85
3.	Pemeliharaan	9 – 15	37 - 61	20 - 35	66 - 111
4.	Keselamatan	5 – 8	10 - 12	-	15 - 20
5.	Rekayasa	9 - 11	15 - 24	-	24 - 35
6.	Jaminan Mutu	1 – 2	6 - 8		7 - 10
7.	Pelatihan	3 - 4	2 - 3		5 – 7
Jumlah		40-55	110-180	20-35	170-270

b. Organisasi Pengoperasi PLTN Jepang

Gambar 2.7 menunjukkan struktur organisasi pada tahap pengoperasian dan pemeliharaan PLTN di Jepang. Pada unit PLTN organisasi pengoperasian dan pemeliharaan PLTN dipimpin oleh seorang Manajer yang membawahkan 4 (empat) Deputi Manajer dan masing-masing Deputi Manajer membawahkan beberapa Divisi.



Gambar 2.8. Struktur Organisasi Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTN di Jepang

SDM PLTN pengoperasian dan pemeliharaan di Jepang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah SDM Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTN di Jepang

No.	Divisi	Tenaga ahli	Teknisi	Tukang	Jumlah
1.	Manajer	9	-	-	9
2.	Umum dan sekretariat (Kantor Pusat)	18	23	-	41
3.	Umum dan Majemen	20	10	-	30
4.	Rekayasa	23	38	-	62
5.	Manajemen Fasilitas dan Operasi	29	81	-	110
6.	Pemeliharaan	29	62	-	91
7.	Pelatihan	7	-	-	7
Jumlah		136	214	-	350

c. Jumlah SDM Pengoperasian *High-Temperature Test Reactor (HTTR)* IDAHO – USA

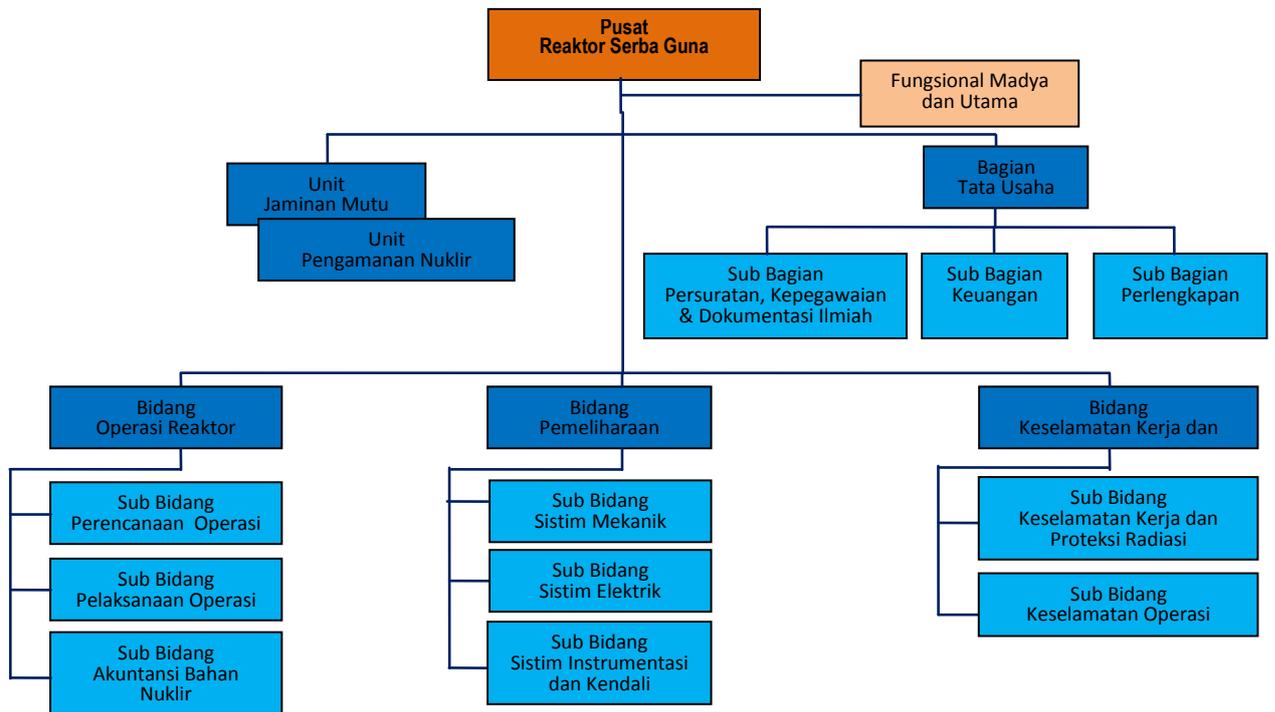
HTTR IDAHO memiliki daya 350 MWt dengan pengaturan *shift* operasi sejumlah 5 *shift*, yang terdiri dari 3 *shift* masuk kerja, 1 *shift* libur dan 1 *shift* pelatihan penyegaran. Tabel 8 menunjukkan jumlah personel (SDM) pada tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan HTTR – IDAHO USA.

Tabel 8. Jumlah SDM Pengoperasian HTTR – IDAHO USA

No.	Divisi	Tenaga Ahli	Teknisi	Tukang	Jumlah
1.	<i>Management</i>	7	-	-	7
2.	<i>Operations</i>	13	23	2	38
3.	<i>Maintenance</i>	13	24	19	56
4.	<i>Engineering</i>	37	7	4	48
5.	<i>Outage and Planning</i>	23	1	-	24
6.	<i>Major Modification and Site Support</i>	11	8	-	19
7.	<i>Organizational Effectiveness</i>	15	1	-	16
8.	<i>Nuclear Oversight</i>	5	1	1	6
9.	<i>Radiation Protection</i>	13	32	-	45
10.	<i>Training</i>	15	3	-	18
11.	<i>Security</i>	16	73	-	89
12.	<i>Supply Chain Management</i>	3	1	5	9
13.	<i>Telecommunications</i>	2	4	1	7
Jumlah		172	178	32	382

d. Organisasi Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN

Struktur organisasi Reaktor Serba Guna (RSG) G.A. Siwabessy (gambar 2.8) dapat digunakan sebagai acuan penyusunan struktur pengoperasi dan pemeliharaan RDE, mengingat ukuran dayanya yang relatif sama. Struktur organisasi PRSG digunakan sebagai pembandingan dan acuan disusunnya struktur organisasi RDE dan perkiraan jumlah SDM yang diperlukan pada tahap ini seperti ditunjukkan pada Tabel 9.



Gambar 2.9. Struktur Organisasi Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan PRSG BATAN

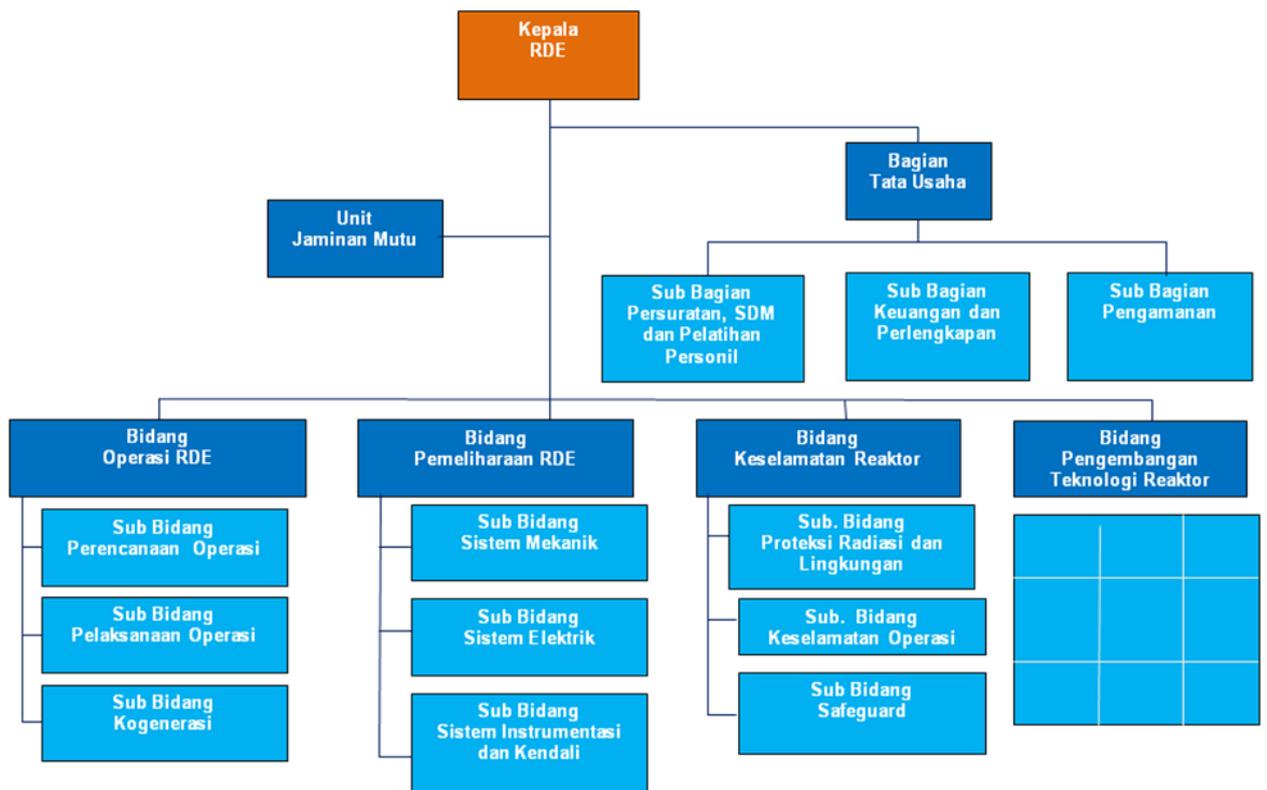
Tabel 9. Jumlah SDM Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan PRSG BATAN

No.	Divisi	Tenaga ahli	Teknisi	Tukang	Jumlah
1.	Kepala Pusat	1	-	-	1
2.	Kepala Bag./Bid./Unit	4	-	-	4
3.	Unit Jaminan Mutu	4	-	-	4
4.	Unit Pengamanan Nuklir	1	17	-	18
5.	Bagian Tata Usaha	-	26	-	26
6.	Bidang Operasi Reaktor (BOR)	32	23	2	57
7.	Bidang Pemeliharaan Reaktor(BPR)	12	19	1	32
8.	Bidang Keselamatan Kerja & Operasi (BKKO)	6	18	-	24
Jumlah				-	166

Sumber: Struktur Organisasi dan personel PRSG, BATAN.

e. Organisasi Pengoperasian RDE

Setelah mempelajari semua acuan dan membandingkan dengan organisasi dan personel pengelola pengoperasian beberapa reaktor nuklir yang ada, maka diusulkan struktur organisasi pengoperasian RDE seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.10. Struktur Organisasi Tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan RDE - BATAN

Pada struktur organisasi RDE yang diusulkan, mengacu pada struktur organisasi pengoperasian RSG, ditambahkan satu bidang pengembangan teknologi reaktor untuk melaksanakan pengembangan teknologi RDE yang meliputi :

- a. Melaksanakan pengembangan neutronik, termohidrolik dan bidang fisika reactor yang lain;
- b. Melaksanakan pengembangan modeling dan eksperimen reactor;
- c. Melaksanakan pengembangan sistem dan komponen reactor termasuk proteksi radiasi;
- d. Melaksanakan pengembangan penggunaan RDE untuk kogenerasi.

Adapun perkiraan jumlah personel yang diperlukan pada organisasi pengoperasi dan pemeliharaan RDE ditunjukkan pada Tabel 10.

**Tabel 10. Perkiraan Jumlah SDM Organisasi Pengoperasian RDE -
BATAN**

No.	Divisi	Tenaga ahli	Teknisi	Tukang	Jumlah
1.	Direktur	1	-	-	1
2.	Unit Jaminan Mutu	2	2	-	4
3.	Bagian Tata Usaha	1	-	-	1
	Subbag persuratan, SDM dan Pelatihan personel	1	3	2	6
	Sub Bagian Keuangan dan Perlengkapan	1	3	2	6
	Sub Bagian Pengamanan	1	12	-	13
4.	Bidang Operasi	1	-	-	1
	- Perencanaan Operasi	2	2	-	4
	- Pelaksanaan Operasi	10	20	5	35
	- Kogenerasi dan Pelayanan	6	6	-	12
5.	Bidang Pemeliharaan Reaktor	1	-	-	1
	- Sistem Mekanik	2	2	2	6
	- Sistem Elektrik	2	2	2	6

No.	Divisi	Tenaga ahli	Teknisi	Tukang	Jumlah
	- Sistem Instrumentasi & Kendali	2	2	2	6
6.	Bidang Keselamatan Reaktor	1	-	-	1
	- Proteksi Radiasi dan Lingkungan	2	6	-	8
	- Keselamatan Operasi	2	4	-	6
	- Safeguard (Akuntansi Bahan Nuklir)	2	4	-	6
7	Bidang Pengembangan Teknologi Reaktor	1	-	-	1
	- Kelompok fisika reaktor	6	-	-	6
	- Kelompok modeling dan ekperimen reaktor	4	-	-	4
	- Kelompok sistem dan komponen reaktor	8	6	-	5
	- Kelompok pemanfaatan reaktor	6	8	-	5
Jumlah		65	82	15	162

Keterangan:

- Daya 10 MWt
- Asumsi 4 *shift*: 3 *shift* masuk kerja, 1 *shift* libur/ pelatihan penyegaran
- Tiap *shift* terdiri dari 1 supervisor, 3 operator, 1 PPR dan 1 petugas administrasi
- Pengamanan terdiri dari 4 *shift*: 3 *shift* masuk kerja dan 1 *shift* libur

5. Kualifikasi dan Kompetensi SDM RDE

Penyiapan SDM RDE pada seluruh tahapan kegiatannya harus memenuhi persyaratan kualifikasi dan kompetensi SDM, khususnya pada aspek pendidikan, pengalaman kerja dan pelatihan membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Sebagai contoh seorang manajer lapangan harus memiliki pengalaman kerja dan menjalani pelatihan bertahun-tahun, sedangkan seorang perekayasa dalam tahap pembangunan mungkin hanya memerlukan

beberapa bulan pengalaman kerja dan pelatihan. Jadwal penyiapan SDM, mulai dari rekrutmen, kerja magang, pelatihan maupun *on the job training* harus disusun dan dilaksanakan agar tersedia SDM yang kompeten pada saat dibutuhkan (kuantitatif dan kualitatif).

Sebagaimana dibahas pada uraian tentang kuantitas SDM RDE di atas, kualifikasi SDM RDE juga harus menjadi aspek penting yang diperhatikan. Oleh karena itu, semua posisi atau jabatan pada setiap kelompok kegiatan pembangunan dan pengoperasian RDE dan fasilitas pendukungnya harus diisi oleh SDM kompeten yang memenuhi persyaratan dan kualifikasi tertentu agar semua tugas dan tanggung jawab yang diembannya dapat dilaksanakan sesuai dengan ketentuan.

Dalam dokumen ini, secara umum kualifikasi SDM RDE dibedakan menjadi tiga, yaitu pendidikan dengan spesialisasi tertentu, pengalaman kerja di bidang tertentu, serta pelatihan dasar dan pelatihan tingkat lanjut di masing-masing bidang keahliannya, termasuk *on the job training*.

Berikut satu contoh kualifikasi SDMRDE yang mengacu pada *TRS 200 IAEA Manpower Development for Nuclear Power, A Guide Book*:

Jabatan: *Kepala RDE (Plant Manager)*

Tugas/Tanggung Jawab:

➤ *Bertanggung jawab menyeluruh untuk perencanaan, pengarahan dan koordinasi semua aktivitas dalam kegiatan pengoperasian, pemeliharaan, keselamatan dan pengembangan fasilitas RDE.*

Kualifikasi:

Pendidikan:

- *Minimal Master di bidang rekayasa (teknik).*

Pengalaman:

- *Minimal 12~15 tahun masa kerja;*
- *8~10 tahun bekerja di reaktor riset;*
- *2~3 tahun bekerja di RR dan*

- *Pernah menduduki jabatan manajerial*

Pelatihan:

- *Pelatihan di bidang teknologi nuklir (1 ~ 2 tahun); dan*
- *Pelatihan khusus pengoperasian RR/RDE (1 ~ 2 tahun) meliputi: pelatihan operator, pemelihara, keselamatan nuklir, manajemen bahan bakar nuklir, analisis sistem, kendali proses dan instrumentasi.*

Kualifikasi SDM RDE yang meliputi syarat pendidikan dan pelatihan dari setiap jabatan pada organisasi manajemen proyek (*project management*) dan pengoperasian RDE. dapat dilihat pada Lampiran I.

Kualifikasi SDM di atas merupakan pemenuhan kompetensi teknis (*hard competency*), selain itu dibutuhkan kompetensi sikap dan perilaku (*soft competency*) yang merupakan faktor penting yang wajib dipenuhi dalam proses pengembangan SDM RDE. Sikap dan perilaku yang meliputi motif, sifat, keyakinan dan nilai/norma yang dipunyai seseorang berperan untuk meminimalkan *human error*, meningkatkan keandalan manusia dan meningkatkan kinerja. Oleh karena itu, SDM RDE harus memiliki karakteristik spesifik yang membedakan dengan SDM di institusi atau fasilitas lain. Sikap perilaku inti yang harus dimiliki oleh semua personel yang bekerja di RDE adalah kompetensi sebagai berikut:

- Keselamatan, Keamanan dan Kesehatan Kerja (*Safety, Security and Health*), yaitu kemauan dan kemampuan untuk mengendalikan lingkungan di sekitarnya dari tindakan atau kondisi yang berbahaya dalam rangka mencegah timbulnya kecelakaan, gangguan keamanan atau keadaan darurat;
- Pengendalian diri (*self control*), yaitu kemauan dan kemampuan mengendalikan diri pada saat menghadapi masalah yang sulit, kritik dari orang lain atau pada saat bekerja di bawah tekanan;

- Perhatian terhadap keteraturan (*concern for order*), yaitu kecenderungan yang kuat untuk berpegang pada standar, acuan serta komitmen untuk mencapai hasil yang maksimal, menghindari ketidakpastian, khususnya dalam hal yang berkaitan dengan penugasan, ketepatan/ketelitian data dan informasi di tempat kerja;
- Integritas (*integrity*), yaitu kemampuan bertindak konsisten dengan nilai, norma organisasi, norma sosial dan kebijakan organisasi walaupun dalam posisi yang sulit; dan
- Berorientasi pada kualitas (*quality oriented*), yaitu kemauan untuk memantau dan memeriksa pekerjaan atau informasi dalam upaya senantiasa menghasilkan produk, proses atau informasi yang lebih akurat dan lebih baik.

Sikap dan perilaku inti sebagaimana dijabarkan di atas perlu dirinci menjadi persyaratan *soft competency* yang lebih detail bagi setiap jabatan dalam organisasi Pengoperasian RDE.

Kompetensi teknis Sumber Daya Manusia untuk RDE dengan daya 10 MWt memiliki kemiripan dengan PLTN tipe air ringan daya besar. Identifikasi kompetensi SDM RDE dalam organisasi pengoperasian ditunjukkan pada Tabel 11 sebagai berikut: (lihat table hal 23 dst pada materi program pelatihan sdm)

TABEL 11. Kompetensi SDM pada organisasi pengoperasian RDE

No	A. Kompetensi Bidang Operasi	PWR	RDE
1	Pengoperasian Sistem Suplai Uap Utama	√	√
2	Pengoperasian Sistem Bantu dan turbin	√	√
3	Pengoperasian Sistem Catu Daya Non Class 1E	√	√
4	Pengoperasian Sistem Komunikasi	√	√
5	Pengoperasian Sistem Penerangan	√	√
6	Pengoperasian Sistem Kondensat	√	√
7	Pengoperasian Sistem Instrumentasi & Kendali (non reaktor)	√	√

No	A. Kompetensi Bidang Operasi	PWR	RDE
8	Pengoperasian Sistem Udara Tekan (Untuk Instrumentasi dan servis)	√	X
9	Pengoperasian Sistem Air Umpan	√	√
10	Pengoperasian Sistem Condensate Polishing	√	√
11	Pengoperasian Sistem Transfer & Penyimpanan Kondensate	√	√
12	Pengoperasian Sistem Condenser Vacuum	√	√
13	Pengoperasian Sistem Extraksi Uap	√	√
14	Pengoperasian Sistem Sirkulasi Air	√	√
15	Pengoperasian Sistem Essential Service Water Traveling Screen	√	√
16	Pengoperasian Sistem Air Pendingin Terbuka Ged. Turbin	√	√
17	Pengoperasian Sistem Air Pendingin Tertutup Ged. Turbin	√	√
18	Pengoperasian Sistem Uap Bantu	√	X
19	Pengoperasian Sistem Raw Water	√	√
20	Pengoperasian Sistem Air Bebas Mineral Tambahan	√	√
21	Pengoperasian Sistem Domestic Water	√	√
22	Pengoperasian Sistem Darurat Generator Diesel Class 1E	√	√
23	Pengoperasian Sistem Desalination Plant	√	√
24	Pengoperasian Sistem Klorinasi	√	√
25	Pengoperasian Sistem Water Treatment	√	√
26	Pengoperasian Sistem Hidrogen	√	X
27	Pengoperasian Sistem Darurat Generator Disel Non Class 1E	√	√
28	Pengoperasian Sistem Pemindahan Oli Bahan Bakar Diesel	√	√
29	Pengoperasian Sistem Chemical Feed & Handling	√	√
30	Pengoperasian Sistem Suplai Bahan Bakar Oli	√	√
31	Pengoperasian Sistem Kontrol Kimia Air	√	√
32	Pengoperasian Sistem Karbon Dioksida	√	√
33	Pengoperasian Sistem Nitrogen	√	X
34	Pengoperasian Sistem Miscellaneous Building Drain	√	√
35	Pengoperasian Sistem Turbine Building Drain	√	√
36	Pengoperasian Sistem Breathing Air	√	√
37	Pengoperasian Sistem Proteksi Kebakaran	√	√

No	A. Kompetensi Bidang Operasi	PWR	RDE
38	Pengoperasian Sistem Pengkondisian Udara (VAC)	√	√
39	Pengoperasian Sistem Chilled Water	√	√
40	Pengoperasian Sistem Essential Chilled Water	√	√
41	Pengoperasian Sistem Pengolahan Limbah Air	√	√
42	Pengoperasian Sistem Cranes dan Hoist	√	√/X
43	Pengoperasian Sistem Fuel Storage & Handling	√	X
44	Pengoperasian Sistem Refueling Water	√	X
45	Pengoperasian Sistem Pengolahan Limbah Radioaktif	√	√
46	Pengoperasian Sistem Injeksi Keselamatan	√	X
47	Pengoperasian Sistem Batang Kendali	√	√
48	Pengoperasian Sistem Pendingin Reaktor & Koneksinya	√	√
49	Pengoperasian Chemical Volume Control System	√	√
50	Pengoperasian Sistem Instrumentasi & Kendali Reaktor	√	√
51	Pengoperasian Sistem Proteksi Radiasi	√	√
52	Pengoperasian Sistem Kontrol Radiasi	√	√
53	Pengoperasian Sistem Reaktor	√	√
54	Pengoperasian Sistem Darurat Pendingin Reaktor (ECCS)	√	X
55	Pengoperasian Sistem Containment	√	X
56	Pengoperasian Sistem Habitability	√	√
57	Pengoperasian Sistem Kontrol & Fission Product Removal	√	X
58	Pengoperasian Sistem Vent & Safety Depressurization	√	X
59	Pengoperasian Sistem In-Containment Water Storage	√	X
60	Pengoperasian Sistem kopel IHX dan SG	X	√
61	Pengoperasian IHX Aplikasi Panas	X	√
62	Pengoperasian Helium Inventori	X	√
64	Pengoperasian Sistem Cavitasi Alami	X	√
65	Perencanaan Konstruksi Modifikasi	X	√
66	Pengoperasian Fasilitas Aplikasi Panas: Hidrogen/Liquifaction/etc	X	√

No	B. Kompetensi Pemeliharaan Reaktor	PWR	RDE
1	Pemeliharaan Steam Turbine	√	√
2	Pemeliharaan Boiler/SG	√	√
3	Pemeliharaan Heat Recovery SG	√	√

No	B. Kompetensi Pemeliharaan Reaktor	PWR	RDE
4	Pemeliharaan Pump & Compressor	√	√
5	Pemeliharaan Condenser	√	√
6	Pemeliharaan Piping & Valve	√	√
7	Pemeliharaan Fan	√	√
8	Pemeliharaan Air Handling Unit (AHU)	√	√
9	Pemeliharaan Chiller	√	√
10	Pemeliharaan Cooler	√	√
11	Pemeliharaan Water Make-up Tank	√	X
12	Pemeliharaan hydrant	√	√
13	Pemeliharaan Extinguisher	√	√
14	Pemeliharaan Cooling Tower	√/X	X
15	Pemeliharaan Over Head Crane dan Hoist	√	√
16	Pemeliharaan Alat Berat	√	√
17	Pemeliharaan Generator	√	√
18	Pemeliharaan Transformator	√	√
19	Pemeliharaan Instalasi Listrik Tegangan Rendah	√	√
20	Pemeliharaan Instalasi Switchgear	√	X
21	Pemeliharaan Motor Listrik	√	√
22	Pemeliharaan Peralatan Telekomunikasi	√	√
23	Pemeliharaan Sistem DC Power	√	√
24	Pemeliharaan Peralatan Instrumen	√	√
25	Pemeliharaan Sistem Kendali Reaktor dan Turbin	√	√
26	Pemeliharaan Peralatan Meter Listrik	√	√
27	Pemeliharaan Sistem Pengolahan Air	√	X
28	Pemeliharaan Tools	√	√
29	Pemeliharaan Damper	√	√
30	Pemonitoran Regangan dan Tegangan	√	√
31	Pemonitoran Tekanan Air Pori dan Rembesan	√	√

No	B. Kompetensi Pemeliharaan Reaktor	PWR	RDE
32	Pemonitoran Kondisi Hidrologi	√	√
33	Pemeliharaan Proteksi/Relay	√	√
34	Pemeliharaan Meter	√	√
35	Pemeliharaan Lingkungan Hidup	√	√
36	Pemeliharaan Kelengkapan Bangunan fasilitas dan kelengkapannya	√	√
37	Pemonitoran Gempa	√	√
38	Pemonitoran Sedimentasi	√	√
39	Pemonitoran Deformasi	√	√
40	Pemeliharaan Struktur bangunan sipil	√	√
41	Pemonitoran bahan pendingin reactor	√	√
42	Pemeliharaan IHX	X	√

No	C. Kompetensi Keselamatan Reaktor	PWR	RDE
1	Analisis Unjuk Kerja Sistem Keselamatan Pasif	√	√
2	Analisis Sistem Proteksi Radiasi	√	√
3	Analisis Sistem Kontrol Radiasi	√	√
4	Analisis Sistem Habitability	√	√
5	Analisis Sistem Kontrol & Fission Product Removal	√	√
6	Analisis Unjuk Kerja Proteksi/Relay	√	√
7	Analisis Dampak Gempa, Sedimentasi, dan Deformasi	√	√
8	Analisis Paparan Radiasi personel	√	√
9	Klirensi Analisis Keselamatan Operasi Reaktor	√	√
10	Klirensi Analisis Keselamatan Eksperimen Reaktor	√	√

III. PROGRAM PENYIAPAN SDM

Sesuai dengan Cetak Biru Pembangunan RDE, RDE akan beroperasi pada tahun 2021 dan sesuai dengan pengalaman praktek selama ini, penyiapan SDM PLTN atau Reaktor membutuhkan waktu 5 – 10 tahun, maka pembentukan struktur organisasi pengoperasian dan proses rekrutmen SDM harus dimulai paling lambat pada awal tahun 2016. Penyiapan SDM RDE meliputi rekrutmen, pelatihan, sertifikasi, dan lisensi, harus diselesaikan sebelum tahap komisioning.

SDM untuk mengoperasikan RDE harus sudah tersedia pada saat komisioning yang dijadwalkan pada tahun 2020. Dengan mempertimbangkan sisa waktu yang tersedia, maka SDM tertentu seperti Supervisor reaktor dan pemelihara reaktor tidak mungkin direkrut dari pegawai baru, sehingga yang paling memungkinkan adalah direkrut dari alih jalur atau lolos butuh, yang berasal dari internal maupun eksternal BATAN

1. Skema Rekrutmen dan Kerangka Waktu

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan SDM RDE, maka dilakukan rekrutmen SDM dengan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

- Program RDE BATAN;
- Jadwal proyek dan program kegiatan RDE;
- Jadwal dan ruang lingkup program partisipasi nasional;
- Persyaratan sesuai kualifikasi SDM pengoperasian; dan
- Pendidikan dan pelatihan yang dibutuhkan untuk memenuhi kualifikasi personel.

a. Pola Rekrutmen

Langkah awal dalam rekrutmen SDM adalah mengidentifikasi institusi yang mampu memberikan kontribusi tenaga kerja dengan mempertimbangkan kualifikasi yang di persyaratkan.

Institusi yang dapat memberikan suplai tenaga kerja adalah:

- Untuk tenaga ahli: institusi terkait seperti BATAN, BAPETEN, ESDM, dan PLN serta perguruan tinggi seperti ITB, UGM, UI, dan STTN;
- Untuk tenaga teknis: institusi terkait seperti BATAN, BAPETEN, ESDM, PLN serta perguruan tinggi seperti ITB, UGM, UI dan STTN;

Sistem rekrutmen yang digunakan dalam menyiapkan SDM menggunakan 3 mekanisme sebagai berikut:

1: Penerimaan CPNS:

- a. Publikasi lowongan kerja yang secara langsung dipublikasikan ke masyarakat baik institusi, perguruan tinggi dan masyarakat umum;
- b. Seleksi administrasi untuk menilai pendidikan, pengalaman kerja dan pelatihan yang telah dimiliki;
- c. Uji kompetensi untuk mengukur pengetahuan dan keterampilan calon serta membandingkannya dengan *hard-competency* (pengetahuan dan keterampilan) yang seharusnya dimiliki seseorang pada posisi tersebut; dan
- d. Penilaian untuk menguji kesesuaian *soft-competency* calon dengan yang dipersyaratkan.

2: Alih Tugas dari Internal dan Eksternal BATAN :

- a. Publikasi/informasi lowongan kerja yang secara langsung dipublikasikan ke internal BATAN dan institusi eksternal seperti LIPI, BPPT, PLN;
- b. Seleksi administrasi untuk menilai pendidikan, pengalaman kerja dan pelatihan yang telah dimiliki;
- c. Uji kompetensi untuk mengukur pengetahuan dan keterampilan calon serta membandingkannya dengan *hard-competency* (pengetahuan dan keterampilan) yang seharusnya dimiliki seseorang pada posisi tersebut; dan

- d. Penilaian untuk menguji kesesuaian *soft-competency* calon dengan yang dipersyaratkan.

3: Rekrutmen Mahasiswa Berprestasi:

- a. Membuat kerjasama dengan perguruan tinggi atau institusi terkait untuk mendapatkan tenaga SDM;
- b. Seleksi administrasi untuk menilai prestasi akademik atau prestasi kerja/kinerja calon;
- c. Uji kompetensi untuk mengukur pengetahuan dan keterampilan calon; dan
- d. Penilaian untuk menguji kesesuaian *soft-competency* calon dengan yang dipersyaratkan.

Setelah semua tahapan rekrutmen dilakukan, diselenggarakan penetapan SDM terpilih dan pembinaan SDM tersebut sampai yang bersangkutan memenuhi kompetensi untuk melaksanakan tugas di RDE.

Mekanisme rekrutmen melalui Penerimaan CPNS, mengikuti aturan yang berlaku. Sebagian besar kebutuhan SDM RDE (sekitar 70%) dipenuhi melalui mekanisme ini, sedangkan lainnya dapat dipenuhi melalui rekrutmen internal dan eksternal BATAN.

Rekrutmen dari internal dan eksternal BATAN diutamakan untuk memenuhi posisi jabatan sebagai Supervisor, Operator dan Pemelihara Reaktor serta Petugas Akuntansi Bahan Nuklir. Adapun kualifikasi adalah sebagai berikut:

1. Supervisor reaktor:
 - S1 teknis
 - Pengalaman 4 tahun sebagai operator reaktor riset, Supervisor Reaktor (lebih diprioritaskan)

- Pernah mengikuti pelatihan: Proteksi Radiasi, NBPTC on Nuclear Safety, Reactor Engineering and Safety, Operator Reaktor,
 - Diutamakan berumur kurang dari 35 tahun pada saat rekrutmen (2016)
 - Berasal dari Satker PSTA, PSTNT, dan PRSG
2. Supervisor pemeliharaan
- S1 teknis
 - Pengalaman 4 tahun sebagai teknisi pemeliharaan reaktor riset, Supervisor Pemeliharaan Reaktor (lebih diprioritaskan)
 - Pernah mengikuti pelatihan: Proteksi Radiasi, NBPTC on Nuclear Safety, Reactor Engineering and Safety, Teknisi Pemeliharaan Reaktor
 - Diutamakan berumur kurang dari 35 tahun pada saat rekrutmen (2016)
 - Berasal dari Satker PSTA, PSTNT, dan PRSG
3. Operator reaktor
- Minimal DIII teknis
 - Diutamakan memiliki pengalaman sebagai operator reaktor riset
 - Pernah mengikuti pelatihan: Proteksi Radiasi
 - Diutamakan berumur kurang dari 30 tahun pada saat rekrutmen (2016)
 - Diutamakan berasal dari Satker PSTA, PSTNT, PRSG dan dimungkinkan dari satker PKSEN, PRFN, PTKRN
4. Teknisi perawatan reaktor daya
- Minimal DIII teknis
 - Diutamakan memiliki pengalaman sebagai operator reaktor riset
 - Pernah mengikuti pelatihan: Proteksi Radiasi

- Diutamakan berumur kurang dari 30 tahun pada saat rekrutmen (2016)
- Diutamakan berasal dari Satker PSTA, PSTNT, PRSG dan dimungkinkan dari satker PRFN, PTKRN.

5. Pengawas Inventori Bahan Nuklir

- S1 teknis
- Pengalaman 4 tahun sebagai pengurus inventori bahan nuklir
- Pernah mengikuti pelatihan: Proteksi Radiasi, NBPTC on Nuclear Safety, Reactor Engineering and Safety, Sistem Akuntansi dan Pertanggungjawaban Bahan Nuklir
- Diutamakan berumur kurang dari 35 tahun pada saat rekrutmen (2016)
- Berasal dari Satker PSTA, PSTNT, PRSG dan PTBBN

6. Pengurus Inventori Bahan Nuklir

- Minimal DIII teknis
- Diutamakan pengalaman sebagai pengurus inventori bahan nuklir
- Pernah mengikuti pelatihan: Proteksi Radiasi
- Diutamakan berumur kurang dari 30 tahun pada saat rekrutmen (2016)
- Diutamakan berasal dari Satker PSTA, PSTNT, PRSG, PTBBN dan dimungkinkan dari satker PRFN, PTKRN

b. Kerangka Waktu Rekrutmen

Proses rekrutmen personel harus dilakukan secara tepat waktu untuk menghasilkan SDM yang berkualitas pada setiap kegiatan yang telah ditentukan. Proses pembangunan RDE akan dimulai awal tahun 2017 dan dioperasikan pada tahun 2021.

Berkenaan dengan hal tersebut, ada tiga hal mendasar yang harus dipertimbangkan:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk pendidikan formal dan pelatihan di universitas, sekolah teknik atau tempat kursus sesuai jenis dan tingkatan personel pada sistem pendidikan nasional;
2. Waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan khusus dalam program tenaga nuklir baik akademik atau *On the Job Training* (OJT) maupun keduanya agar personel memenuhi syarat untuk melakukan tugas di RDE, misalnya sebagai operator, teknisi pemeliharaan, dll;
3. Waktu yang dibutuhkan untuk pengembangan atau penyesuaian sistem pendidikan dan pelatihan.

Penjadwalan program penyiapan SDM RDE harus dilakukan dengan mengelompokkan sesuai dengan tingkat, fungsi dan bidang keahlian. Untuk tingkat spesialisasi dan tanggung jawab yang lebih tinggi, jadwal dan program pelatihan secara individu mungkin diperlukan. Jadwal penyiapan SDM RDE sangat penting untuk menunjukkan kapan pelatihan harus dimulai untuk setiap tugas dan fungsi personel yang diperlukan.

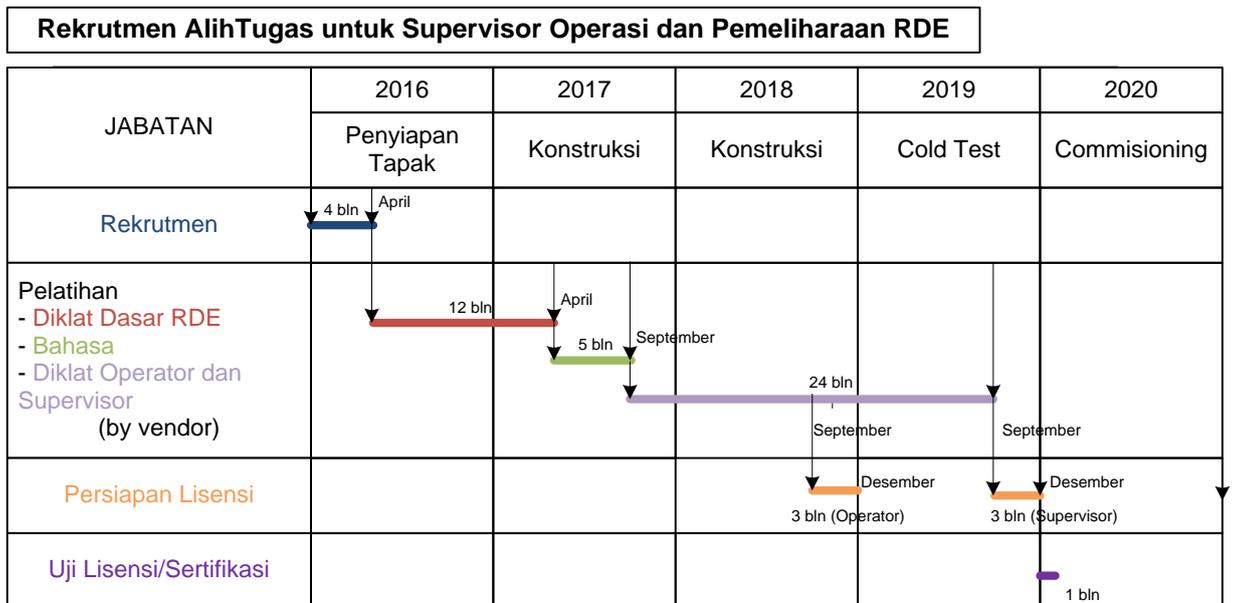
Personel yang dipersiapkan untuk menduduki posisi kunci pada tahap pengoperasian RDE harus mengikuti pelatihan tertentu beberapa saat sebelum pengoperasian RDE agar pada saat dibutuhkan mereka sudah memenuhi kualifikasi.

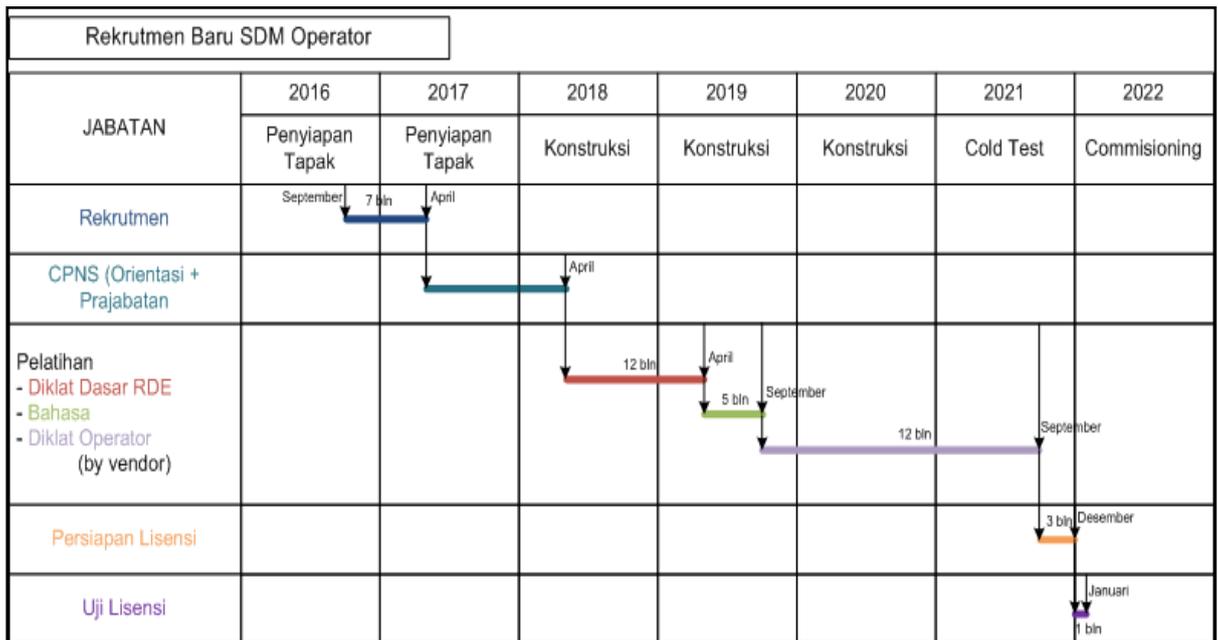
Sebagai contoh, posisi operator RDE yang berjumlah 20 orang dengan latar belakang pendidikan minimal D3 di bidang sains maupun teknik harus mengikuti pelatihan sebagai berikut:

- Pelatihan Dasar RDE selama 3 bulan dan dilaksanakan 4 tahun sebelum pengoperasian (T-4 tahun)
- Pelatihan khusus sesuai bidang kerja sebagai operator reaktor dan dilaksanakan 3 tahun sebelum pengoperasian (T-3 tahun)

- Magang sebagai “*patroller*” dalam shift selama 2 tahun yang dilaksanakan 3 tahun sebelum pengoperasian (T – 3 tahun); dan
- Pelatihan operator reaktor selama 2 tahun, termasuk di dalamnya OJT sebagai operator, yang dilaksanakan 3 tahun sebelum pengoperasian (T-3 tahun).
- Proses sertifikasi dilakukan 1 tahun sebelum pengoperasian (T-1 tahun).

Kerangka waktu pelaksanaanrekrutmen dan pelatihan personel yang dipersiapkan untuk operasi dan pemeliharaan dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1. Kerangka waktu pelaksanaan rekrutmen dan pelatihan personel yang dipersiapkan untuk operasi dan pemeliharaan

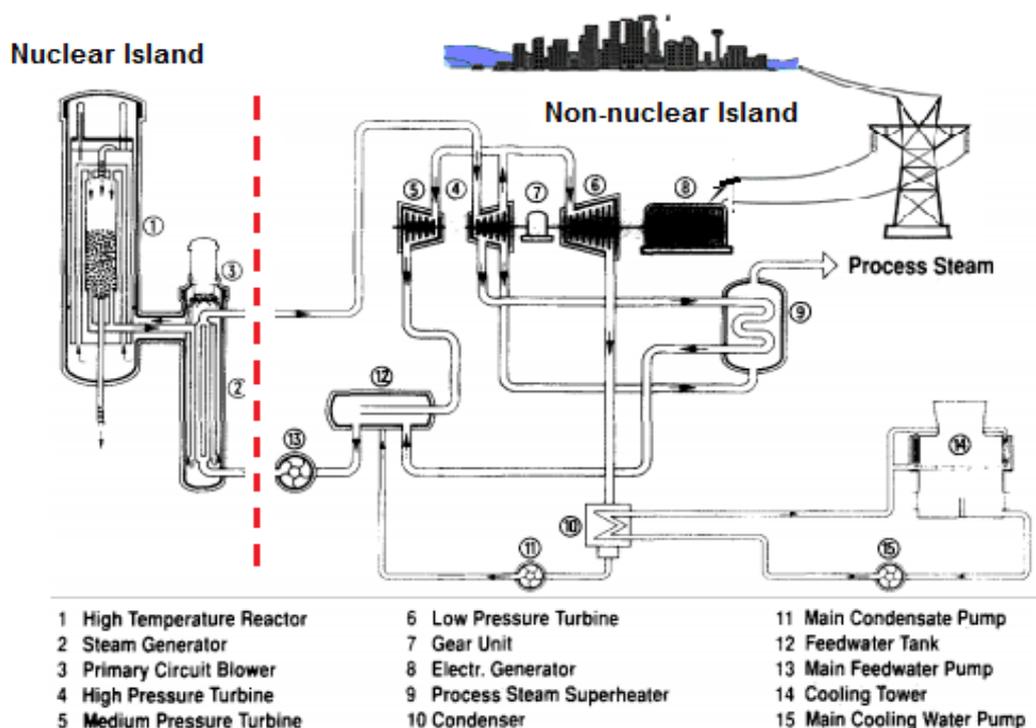
Sebagai acuan rekrutmen personel yang menduduki beberapa posisi kunci berdasar pengoperasian PLTN di Jepang terdapat pada Lampiran 2.

Dengan menerapkan pola rekrutmen seperti tersebut di atas, maka kebutuhan SDM dapat dipenuhi dengan memperhatikan persyaratan dan kerangka waktu yang ditentukan.

2. Pelatihan SDM RDE

Reaktor Daya Eksperimental (RDE) merupakan instalasi yang membutuhkan SDM yang memiliki kompetensi dan beretos kerja tinggi. Oleh karena itu, sistem pelatihan perlu dirancang dengan cermat dengan standar kompetensi yang diterapkan sehingga dihasilkan SDM yang kompeten di bidangnya baik dari segi teknis (*hard competency*) maupun perilaku dan sikap (*soft competency*).

Daerah kerja RDE terdiri dari dua daerah kerja utama, yaitu daerah nuklir (*nuclear island*) dan daerah non nuklir (*non nuclear island*) atau daerah *balance of plant (BOP)*. Instalasi RDE ditampilkan pada Gambar 3.2 berikut

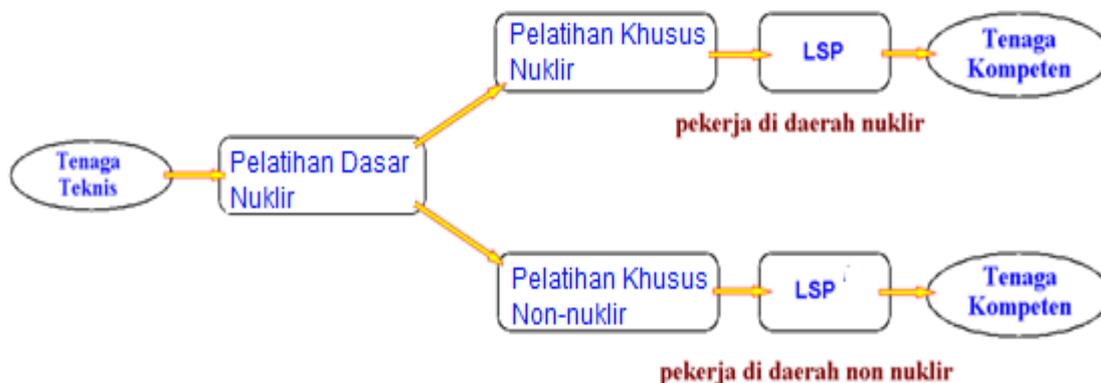


Gambar 3.2. Daerah Nuklir dan Non-Nuklir

Seluruh personel RDE, baik yang bekerja di daerah nuklir maupun di daerah non nuklir harus mengikuti pelatihan dasar ketenaganukliran sehingga memahami dan memiliki keterampilan dasar tentang nuklir. Pelatihan dasar tenaga nuklir terdiri atas dua bagian yaitu pengetahuan dasar tentang keselamatan dan ketenaganukliran.

Operator dan Supervisor reaktor, teknisi dan supervisor pemeliharaan reaktor yang bekerja di daerah nuklir dan Operator Turbin Generator di daerah non-nuklir harus mempunyai surat izin bekerja (SIB) sesuai kompetensi dan daerah kerjanya. Hal ini diperkuat dengan sertifikat yang dimilikinya. Bagi personel yang bekerja di daerah non nuklir harus memiliki kompetensi khusus ketenagalistrikan atau kogenerasi sedangkan bagi

personel yang bekerja di daerah nuklir harus mempunyai kompetensi khusus ketenaganukliran, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.

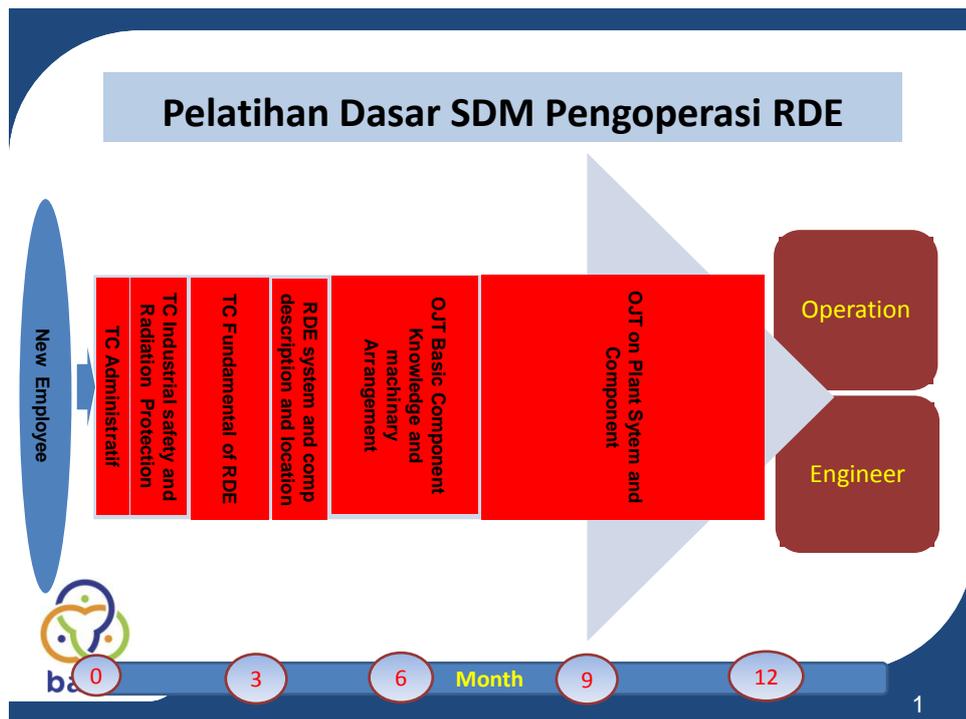


Gambar 3.3. Alur Pelatihan dan Sertifikasi Personel

a. Pelatihan Dasar Ketenaganukliran

Berdasarkan rekomendasi IAEA dan regulasi yang diterapkan oleh BAPETEN, semua personel yang bekerja di instalasi RDE, mulai dari tingkat terendah hingga tertinggi wajib mengikuti pelatihan orientasi kerja dan pelatihan dasar di bidang nuklir yang keseluruhan dilaksanakan kurang lebih selama 12 bulan (lihat gambar 3.4), yang terdiri dari pelatihan :

1. Orientasi pegawai Baru (5 hari)
2. Pra Jabatan (15 Minggu)
3. Sistem Manajemen Mutu dan SMK3 (5 Hari)
4. Keselamatan Kerja Industri (5 hari)
5. Proteksi Radiasi (10 hari)
6. Teknologi dan Keselamatan RDE (15 Hari)
7. Sistem dan Komponen RDE serta Deskripsi Lokasi (5 hari)
8. OJT Komponen Dasar RDE dan Lokasinya (2 Bulan)
9. OJT Komponen dan Sistem RDE (5 bulan).



Gambar 3.4. Skema Pelatihan Dasar Ketenaganukliran

Dengan pengalaman BATAN dalam pengembangan SDM nuklir yang lebih dari 50 tahun, khususnya pengoperasian dan pemeliharaan reaktor riset, maka pelatihan dasar tenaga nuklir dapat diselenggarakan di dalam negeri dengan memanfaatkan infrastruktur dan fasilitas yang dimiliki baik oleh Pusdiklat maupun reaktor riset BATAN yaitu Reaktor Kartini, Reaktor TRIGA 2000 dan RSG-GAS.

b. Pelatihan Khusus Ketenaganukliran

Pelatihan khusus diartikan sebagai pelatihan tingkat lanjut (*advanced course*) di bidang nuklir yang hanya diberikan kepada SDM RDE yang bekerja di daerah nuklir saja. Tujuan dari pelatihan khusus ini adalah sebagai berikut:

- meningkatkan kompetensi personel guna memenuhi kualifikasi yang disyaratkan (*qualification-training*) ; dan

- memelihara kompetensi yang telah dimilikinya agar tetap pada tingkat yang disyaratkan dan dapat “disegarkan” dengan perkembangan baru (*re-training*).

Pada bidang pengoperasian dan pemeliharaan RDE memerlukan pelatihan yang lebih banyak dibanding bidang lainnya dalam program ketenaganukliran, sehingga perlu disusun dan diatur sesuai bidang dan kegiatannya.

Sehubungan dengan keterbatasan infrastruktur dan fasilitas di dalam negeri, maka sebagian dari pelatihan khusus ini harus dilaksanakan di negara pemasok atau negara yang telah mengoperasikan RDE. Pelatihan tersebut dapat dilakukan dengan pola pelatihan kelas (klasikal) maupun secara kerja magang (OJT). Mengingat durasi pelaksanaan pelatihan khusus ini cukup panjang, dapat berjangka waktu 3 s/d 5 tahun, maka rencana pengiriman SDM ke luar negeri serta penjadwalannya harus diprogramkan dengan seksama.

Berdasar rekomendasi IAEA dan *best practice* negara yang telah mengoperasikan dan memelihara reaktor riset maupun PLTN disarankan agar setiap personel yang tergabung dalam kelompok *shift operator* harus menjalani pelatihan penyegaran (*re-training*) setiap periode waktu tertentu (sekurang-kurangnya setiap 3 tahun).

Beberapa jenis pelatihan khusus atau rangkaian beberapa pelatihan khusus ini berujung pada proses sertifikasi personel yang diatur oleh badan regulasi. Sebagai contoh, seorang calon operator reaktor harus sudah mengikuti serangkaian pelatihan kelas dan *OJT* di RDE yang sudah beroperasi sebelum mengajukan atau mengikuti ujian sertifikasi untuk memperoleh Surat Izin Bekerja (SIB).

1. Personel Operasi RDE

Operator RDE harus memiliki pengalaman kerja khususnya di bidang pengoperasian reaktor riset dan terutama reaktor sejenis yang sudah

beroperasi. Pelatihan personel operasi RDE diarahkan untuk terjaminnya keselamatan dan keandalan operasi RDE. Oleh karena itu, pelatihan khusus harus mencakup pengetahuan, keterampilan dan sikap tentang pengoperasian sistem, peralatan, instrumentasi dan kontrol RDE.

Operator adalah personel yang bekerja memanipulasi kontrol dan kendali pada sistem tertentu atau komponen RDE. Dalam dokumen ini operator terdiri dari:

- Operator level 1 (Operator lapangan/ tingkat alat/ Level Komponen); (34 SKP)
- Operator Level 2, (Tingkat Sub Sistem): Operator reaktor, Operator Sistem Kedaruratan, Operator Bahan Bakar, Operator Sistem Bantu dan Operator Turbin Generator (Level Subsistem); (5 SKP)
- Operator Level 3 (Operator Reaktor): Operator RDE diRuang Kontrol; dan
- Operator Level 4 : Supervisor RDE
- Operator Level 5 dan 6: Manajerial.

Pelatihan operator RDE memerlukan waktu sekitar **tiga tahun** dan dibagi menjadi empat tahap:

- 1) Tahap pertama: mencakup pengetahuan dasar teknis, termasuk praktik di reaktor riset atau pengoperasian di pembangkit konvensional.
- 2) Tahap kedua: mencakup pengetahuan spesifik komponen, sistem dan proses RDE, dan meliputi teori dari kinerja RDE dan pengenalan terhadap perangkat keras yang terpasang di RDE.
- 3) Tahap ketiga: mencakup praktik operasional termasuk pelatihan simulator (bila ada), pengalaman praktik di RDE dengan diikutsertakan dalam tim operasi, pelatihan prosedur operasi, dan manipulasi kontrol RDE.

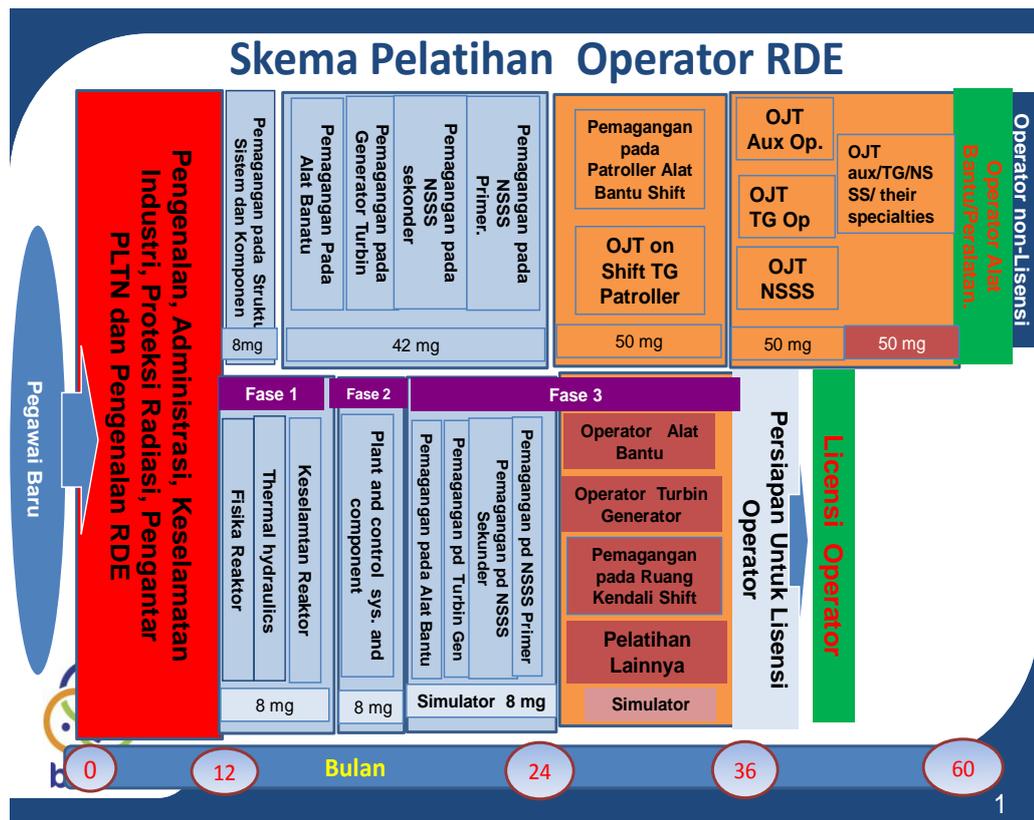
Pelatihan tahap kedua dan ketiga akan efektif apabila dilakukan kombinasi antara pelatihan kelas dan pengalaman praktik serta OJT baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

Tahap keempat: berpartisipasi dalam komisioning di fasilitas RDE yang sedang dibangun.

Berdasar uraian di atas, maka diusulkan skema pelatihan untuk petugas operasi sebagai berikut:

- 1) Operator Lapangan, diperlukan waktu sekitar satu tahun terdiri dari Pelatihan Kelas (30%) atau 260 jam dan OJT (70%).
- 2) Operator Turbin Generator, dengan durasi waktu 3 bulan pelatihan kelas 160 jam (4 minggu) dan OJT selama 8 minggu.
- 3) Operator NSSS (Sistem Pembangkit Uap Nuklir/SPUN), dengan durasi 4 bulan dengan 240 pelatihan kelas (6 minggu) dan OJT (10 minggu).
- 4) Operator Reaktor (Operator Sistem Kontrol Reaktor, SPUN dan sistem bantu), dengan durasi 6 bulan (24 minggu) termasuk 8 minggu pelatihan simulator.
- 5) Operator RDE (supervisor).

Skema pelatihan operator RDE ditunjukkan pada Gambar 3.5.

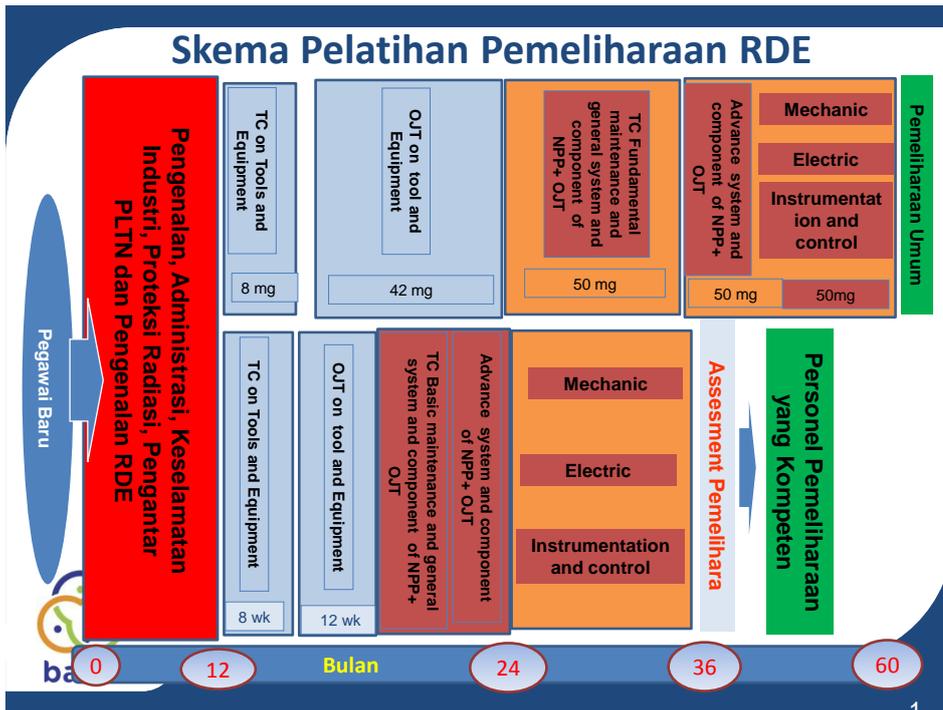


Gambar 3.5. Skema Pelatihan Personel Operasi

Personel operasi harus melewati jenjang dari level komponen yaitu operator lapangan sampai jenjang supervisor. Tingkatan personel yang harus memperoleh sertifikasi dan lisensi diatur berdasar ketentuan badan pengawas (regulator). Personel yang memperoleh SIB diwajibkan untuk mengikuti *re-training* dan re-kualifikasi, untuk mempertahankan kompetensi dan meningkatkan keahlian mereka.

2. Personel Pemeliharaan RDE

Jumlah SDM pemeliharaan RDE umumnya sekitar 40% dari total jumlah personel pengoperasian dan pemeliharaan RDE. Persyaratan personel pemeliharaan sangat bergantung pada tingkat kesulitan dan jenis pekerjaan pemeliharaan yang dikerjakan. Skema Pelatihan untuk Personel Pemeliharaan ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3.6. Skema Pelatihan Personel Pemelihara

Secara umum petugas pemeliharaan dikategorikan dalam empat bidang sebagai berikut:

- Mekanik
- Listrik
- Instrumentasi dan kontrol.
- Sistem struktur

Masing-masing bidang memiliki tiga tingkatan pemelihara untuk level komponen, sub sistem dan sistem sebagai berikut :

1. Pemelihara lapangan (tukang)
2. Teknisi pemelihara
3. Penyelia pemelihara (Supervisor/ahli/perekayasa).

Semua personel pemelihara harus menerima pelatihan khusus RDE dan memiliki pengalaman dalam pemeliharaan atau tugas operasi lainnya di RDE setidaknya satu tahun. Mereka harus memahami komponen, subsistem dan

Sistem serta proses dalam RDE untuk dapat melaksanakan tugasnya. Personel tersebut memerlukan waktu dua sampai tiga tahun untuk pelatihan khusus dan kemudian ikut berpartisipasi dalam komisioning RDE.

Untuk teknisi dan tukang membutuhkan pelatihan dasar RDE antara lain: proteksi radiasi, K3 industri serta pengetahuan tata letak RDE secara memadai untuk mengetahui posisi dan lokasi semua komponen dan peralatan RDE. Pelatihan personel harus dilakukan melalui pengalaman kerja bengkel yang intensif dan penggunaan alat peraga (*mock-up*) akan sangat bermanfaat.

Ketrampilan dan pengalaman tersebut sangat penting untuk teknisi dan tukang, karena pekerjaan mereka secara langsung mempengaruhi operasi dan keselamatan RDE. Keterampilan dalam pemeliharaan dan perbaikan, kemampuan untuk membongkar dan memasang kembali peralatan, mengganti bagian dalam pemeliharaan sesuai manual harus dikembangkan ke tingkat tinggi. Selain itu, semua personel operasi dan pemeliharaan RDE harus mampu melaksanakan instruksi khusus dalam prosedur kedaruratan. Latihan harus diadakan secara periodik demi efektifitas rencana kedaruratan dan untuk menjamin personel menanggapi situasi secara benar. Dengan mempertimbangkan hal di atas maka diusulkan skema pelatihan untuk petugas pemeliharaan sebagai berikut:

- 1) Pemelihara Mekanik sistem Reaktor dan Sistem Bantu
 - Pemeliharaan Sistem Reaktor;
 - Pemeliharaan *Balance of Plant* (BOP); dan
 - Pemeliharaan *Turbine Generator* (TG)

- 2) Pemelihara Listrik
 - Pemeliharaan Power Supply dan Battery
 - Pemeliharaan Transformator
 - Pemeliharaan komponen kontrol listrik
 - Pemeliharaan komponen supply listrik

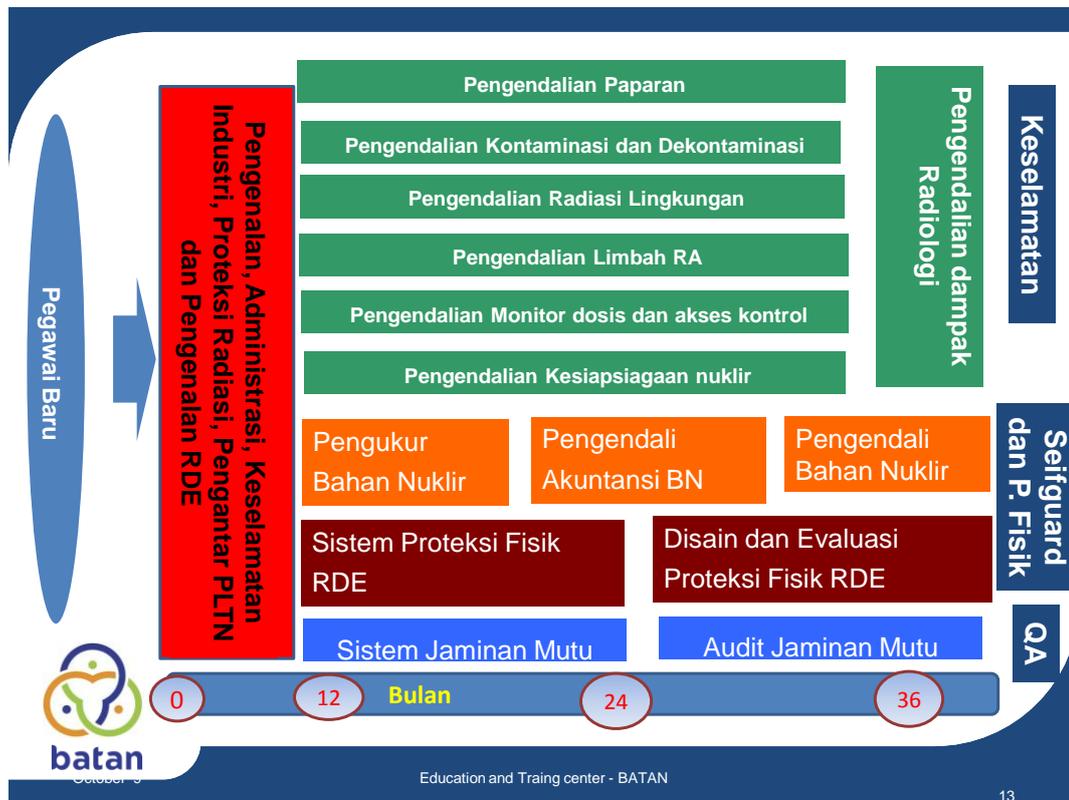
- 3) Pemeliharaan *Instrumentation & Control* (I&C) Sistem Reaktor
 - Pemeliharaan sistem instrumentasi dan kontrol reaktor
 - Pemeliharaan sistem instrumentasi dan kontrol turbin
 - Pemeliharaan sistem instrumentasi dan kontrol proteksi radiasi

- 4) Pemelihara Struktur
 - Pemeliharaan Bangunan; dan
 - Pemeliharaan Sipil dan Pondasi.
 - Pemelihara, diusulkan pelatihan Pemeliharaan struktur bangunan RDE.

3. Personel Keselamatan, Seifgard, Pengamanan Nuklir dan Jaminan Mutu

Keselamatan nuklir, seifgard dan proteksi fisik yang merupakan masalah internasional dan kepentingan umum yang mencakup kecelakaan nuklir, proliferasi senjata nuklir, dan pengalihan atau pencurian bahan nuklir memiliki dampak yang jauh melampaui batas-batas negara. Sebagai konsekuensinya, kerjasama internasional dan bantuan untuk pengembangan personel untuk memenuhi syarat kompetensi ini harus dikembangkan dan menjadi tanggung jawab pemilik/operator RDE atau fasilitas untuk menjamin keselamatan dan keamanan RDE.

Semua personel yang bertanggung jawab dan terlibat dalam aspek keselamatan memerlukan pelatihan khusus nuklir tingkat tinggi selama satu sampai dua (1-2) tahun dan paling tidak tambahan 1 tahun pelatihan OJT untuk menjadi tenaga ahli berpengalaman sesuai dengan kualifikasi dan fungsi yang berbeda. Skema Pelatihan untuk Personel Pemeliharaan ditunjukkan pada gambar 3.7



Gambar 3.7. Skema Pelatihan Bidang Keselamatan, Seifguard dan Jaminan Mutu

Para personel tidak hanya memerlukan pelatihan khusus untuk memenuhi syarat mereka sesuai tugas dan fungsi mereka, namun juga perlu secara konsisten memperbaharui bidang spesialisasinya. Banyak cara yang dilakukan untuk memperbaharui tingkat pengetahuannya baik melalui publikasi, komunikasi dengan rekan-rekan di negara-negara lain, pertemuan, seminar maupun kursus.

Untuk negara yang mengoperasikan reaktor nuklir dan menandatangani perjanjian seifgard dengan IAEA maka harus memiliki Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir (SPPBN). Program pelatihan rutin dilakukan oleh IAEA untuk membantu personel dalam desain dan implementasi SPPBN. Meskipun program ini disusun sesuai dengan persyaratan *INFCIRC/153*, tetapi dapat dimodifikasi untuk memenuhi

kebutuhan suatu negara dimaksud. Pelaksanaan seifgard nuklir, hanya memerlukan sedikit personel tetapi mereka harus memiliki pengetahuan khusus di bidang SPPBN melalui pelatihan selama minimal 2 minggu sudah memadai untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Pelatihan proteksi fisik yang disediakan oleh IAEA dilaksanakan 1 sampai 2 (dua) minggu sudah memadai untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan, dengan persyaratan bahwa peserta pelatihan telah mengikuti pelatihan proteksi radiasi.

Berdasarkan uraian diatas maka jenis pelatihan untuk bidang keselamatan, seifgard, pengamanan nuklir dan jaminan mutu diusulkan sebagai berikut:

- **Bidang Keselamatan**

- Pengendalian Paparan;
- Pengendalian Kontaminasi dan Dekontaminasi;
- Pengendalian Radiasi Lingkungan;
- Pengendalian Limbah Radioaktif;
- Pengendalian Monitor Dosis dan Akses Kontrol;
- Pengendalian Kesiapsiagaan nuklir; dan
- Pengendalian Dampak Radiologi (**PPR Instalasi Nuklir**).
- Pengoperasian Pemilahan Limbah
- Penyimpanan Limbah
- Pengiriman Limbah.

- **Seifgard**

- Pengukuran Bahan Nuklir;
- Pengendalian Akuntansi Bahan Nuklir (**Petugas Inventori Bahan Nuklir**); dan
- Pengendalian Bahan Nuklir (**Pengawas inventori Bahan Nuklir**).

- **Pengamanan Nuklir**

1. Sistem Proteksi Fisik RDE; dan
2. Desain dan Evaluasi Sistem Proteksi Fisik RDE
3. Budaya Keamanan Nuklir.

- **Jaminan Mutu**

Program RDE memerlukan persyaratan kualitas tingkat tinggi, oleh karena itu kualitas harus disediakan, dikendalikan dan dijamin oleh personel khusus terlatih. Kualifikasi untuk personel jaminan kualitas (QA) dan kontrol kualitas (QC) perlu dilakukan dan mengacu pada standar yang berlaku pada bidang Nuklir. Pendidikan, pelatihan dan pengalaman adalah faktor-faktor dominan yang harus dipertimbangkan. Pendidikan formal dapat diganti dengan kinerja yang memuaskan sesuai inspeksi atau kategori tes yang berkaitan, tetapi pengalaman tidak dapat digantikan sepenuhnya oleh pendidikan.

Secara umum, pelatihan QA serta pengalaman yang diperoleh pada industri non-nuklir tidak cukup untuk memenuhi persyaratan personel untuk pengendalian kualitas dan kepastian kegiatan program tenaga nuklir. Sebagai konsekuensi, pelatihan khusus tambahan harus diberikan kepada seluruh karyawan di setiap tingkatan. Jenis pelatihan personel jaminan mutu adalah sebagai berikut:

1. Pelatihan Jaminan Mutu Nuklir, durasi pelatihan ini sekitar 5 hari kerja
2. Pelatihan Audit Jaminan Mutu Nuklir, pelatihan ini sekitar 5 hari kerja

Personel yang telah memenuhi kualifikasi diusulkan untuk mendapatkan sertifikasi.

c. Standar Kompetensi Personel (SKP) dan Standar Latih Kompetensi (SLK)

Untuk melaksanakan pelatihan SDM RDE maka perlu dilakukan penyusunan SKP dan SLK. Menurut Peraturan Pemerintah No 23 tahun 2004 tentang Badan Nasional Sertifikasi Profesi, yang dimaksud dengan Standar Kompetensi adalah rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan/atau keahlian serta sikap kerja yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatan yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Untuk semua Jabatan terutama pada SDM pengoperasian dan pemeliharaan RDE maka perlu disusun Standar Kompetensi Personel (SKP). Berdasar SKP yang ditetapkan maka akan dijadikan acuan untuk membuat Standar Latih Kompetensi (SLK) dan kedua dokumen akan dijadikan acuan oleh Lembaga Sertifikasi Kompetensi (LSK) untuk melaksanakan uji kompetensi SDM RDE.

SLK merupakan rumusan suatu kurikulum silabi pendidikan dan pelatihan, yang rinciannya memuat pengetahuan, keterampilan dan didukung sikap serta penerapannya di tempat kerja yang mengacu pada unjuk kerja yang dipersyaratkan. Tujuan disusunnya SLK adalah untuk dijadikan sebagai acuan dalam penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan berbasis kompetensi untuk menghasilkan SDM yang memiliki kompetensi dalam pengoperasian RDE secara selamat, aman dan andal. Pada tahun 2015 telah dilakukan identifikasi SKP yang di perlukan untuk SDM operasi dan pemeliharaan RDE yang akan dilanjutkan dengan penyusunan SKP dan SLK sampai dengan pelaksanaan pelatihan SDM RDE. SKP dan SLK akan menjadi acuan pada penyelenggaraan uji sertifikasi personel.

d. Jejaring Kerja Sama Pelatihan SDM RDE dan Biaya Pelatihan

Sesuai dengan skema pelatihan personel RDE, pelatihan dasar dapat dilakukan di dalam negeri dengan memanfaatkan fasilitas pelatihan yang dimiliki BATAN dan pembangkit konvensional yang dimiliki Kementerian ESDM. Untuk pelatihan spesialisasi, akan dilakukan di luar negeri baik melalui kerjasama multilateral dan bilateral.

Di negara dengan program PLTN/reaktor riset /RDE mapan telah memiliki pengembangan spesialisasi, baik pada institusi penelitian, Universitas dan atau pelatihan nuklir milik pemerintah. Peluang pelatihan pada institusi tersebut biasanya dilakukan melalui perjanjian bilateral. Pemasok sebagai bagian dari kontrak penyedia RDE, umumnya menyediakan sejumlah pelatihan personel yang bertanggung jawab terhadap operasi dan pemeliharaan peralatan RDE. Pelatihan ini sangat penting dan dilaksanakan didekat fasilitas fabrikasi seperti halnya didekat fasilitas RDE selama pembangunan dan komisioning. Pelatihan bersifat praktik dan terkait peralatan khusus dengan pengajar yang memiliki kompetensi yang terbaik. Pemasok dapat juga menyusun dan melaksanakan pelatihan operator OJT/ kerja praktik pada RDE yang dijadikan acuan.

Secara umum, peluang pelatihan di luar negeri telah tersedia dari banyak sumber pada semua topik/materi yang relevan, walaupun mungkin akan ada sedikit keterbatasan apabila dilakukan OJT pada RDE acuan.

Oleh karena memiliki kondisi dan keterbatasan, pelatihan di luar negeri jadi harus direncanakan dan dilaksanakan secara hati-hati dan beberapa hal perlu dipertimbangkan antara lain:

1. Persyaratan bahasa;
2. Adaptasi budaya;
3. Minat dan motivasi personel;
4. Lamanya penugasan pelatihan;
5. Pembatasan informasi; dan
6. Biaya pelatihan.

Biaya Pelatihan Spesialisasi di luar negeri direkomendasikan terutama untuk SDM Kunci seperti Operator dan Supervisor operasi maupun pemeliharaan reaktor. Perkiraan Biaya Pelatihan spesialisasi di luar negeri dapat dilihat pada table 3.2 berikut:

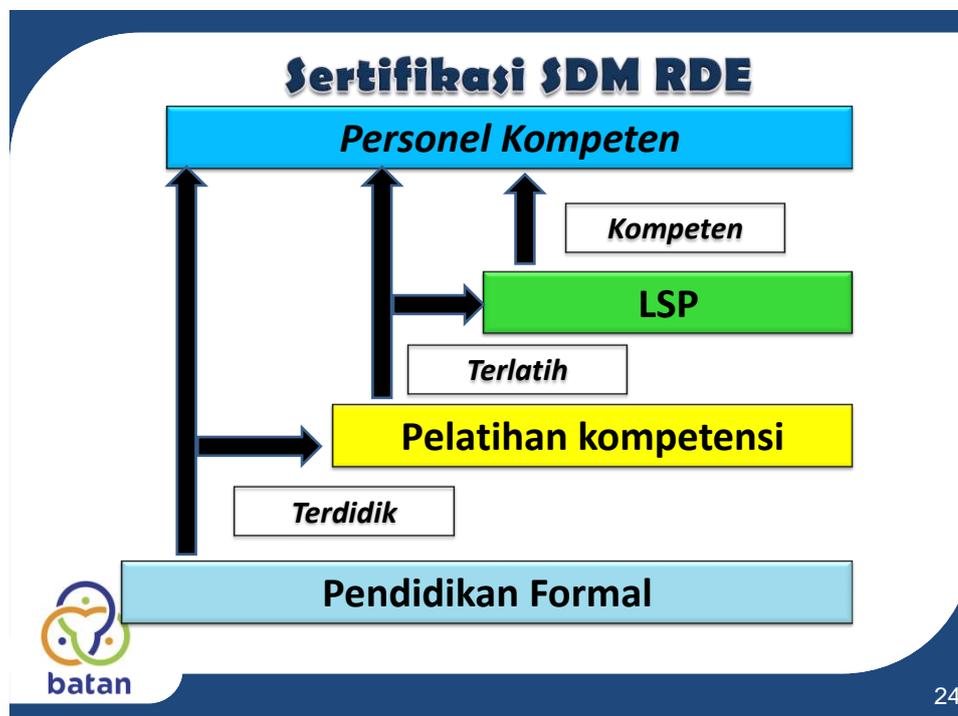
Tabel 3.2. Perkiraan Biaya Pelatihan untuk SDM (tahun 2015)

No	Jabatan	Waktu	Teori Praktek(Klasikal)	OJT	Biaya Hidup/ ranspo rt	Total
Dalam Negeri (Rp. 1.000.000 OH Klasikal, dan Rp. 500.000 OH OJT)						
	Pelatihan Dasar (25 Orang)	1 th	50 hari 1,25 Milyar	200 hari Rp. 2,5 Milyar		3,75 Milyar
	Pelatihan Spesialisasi		30 hari	30 hari		
	Operator/ Pemeliharaan (25 Orang)	3 bln	Rp. 750 jt	375 jt		1.1milyar
	Bahasa (25 Orang)	15 Juta (paket perorang) dan transport (150 rb perhari)				
		3 bln	Rp. 375 jt		225 Juta	600 jt
Luar Negeri (500 dolar OH Klasikal dan 250 Dolar OH OJT serta 60 dolar Allowance)						
			80 Hari	170 Hari	365 hari	
	Operator (25 orang)	1 Th	1 juta dolar	1.0625 juta dolar	0. 5475 Jt dolar	2.610 juta dolar
			60 hari	120 hari	270 hari	
	Supervisor (15 Orang)	9 bln	0.450 jt dolar	0.450 Jt	0.243 Jt dolar	1.143 juta dolar

3. SERTIFIKASI SDM RDE

Tahap pengembangan SDM RDE berikutnya adalah sertifikasi personel. SDM RDE yang telah menyelesaikan pelatihan yang ditentukan harus dikualifikasi dan disertifikasi untuk menunjukkan kompetensinya secara objektif. SDM RDE yang dinyatakan lulus kualifikasi akan diterbitkan sertifikat kompetensi sesuai dengan lingkup kompetensi yang dimiliki atau diambilnya. Sertifikat kompetensi menjamin bahwa setiap personel yang menduduki suatu jabatan dan melaksanakan tugas tertentu di RDE telah memiliki

kompetensi yang memadai. Skema Sertifikasi SDM RDE secara umum dapat ditunjukkan pada gambar 3.8:



Gambar 3.8. Skema Sertifikasi SDM RDE

a. Lingkup bidang kompetensi yang disertifikasi

Berdasarkan Perka Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Perka No. 10 Tahun 2008), Tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir, maka di fasilitas RDE, beberapa kompetensi petugas/personel yang harus memiliki Surat Izin Bekerja (SIB) yaitu:

1. **Bidang Operasi, meliputi:**
 - Operator RDE
 - Supervisor RDE
2. **Bidang Perawatan, meliputi:**
 - Teknisi Perawatan RDE
 - Supervisor Perawatan RDE
3. **Bidang Keselamatan Radiasi, meliputi:**
 - Petugas Proteksi Radiasi

4. **Bidang Inventori Bahan Nuklir, meliputi:**

- Pengurus Inventori Bahan Nuklir
- Pengawas Inventori Bahan Nuklir

5. **Bidang Keamanan nuklir**

- Petugas Pengamanan Nuklir

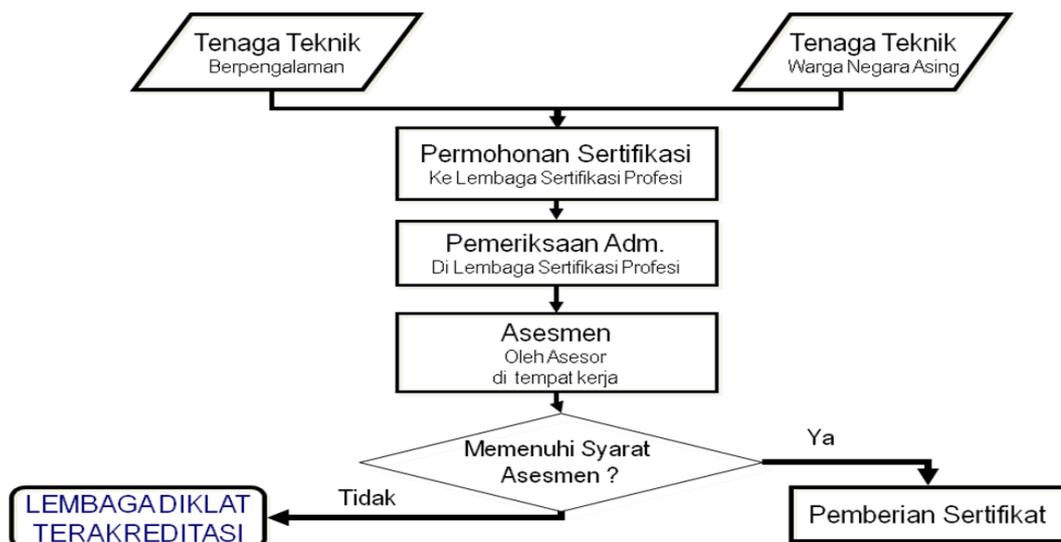
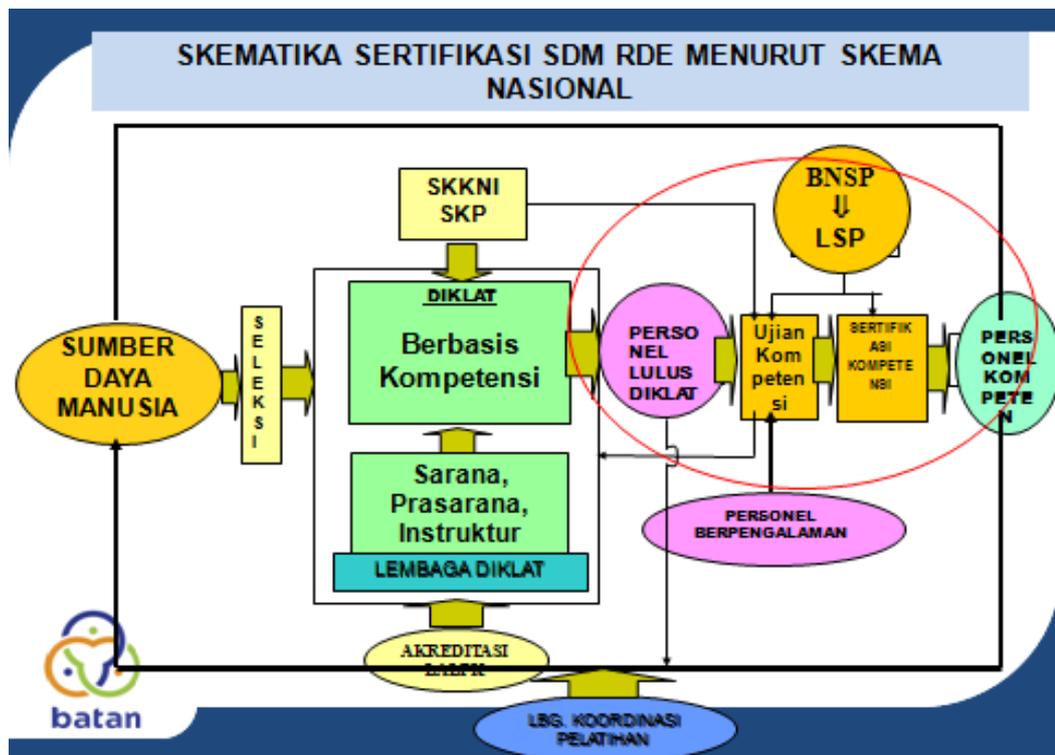
Proses penilaian untuk setiap kualifikasi di atas didasarkan pada Standar kompetensi masing-masing, dan selanjutnya Lembaga Sertifikasi Profesi akan menguraikan serta menjabarkan perangkat penilaian yang sesuai untuk mengases kompetensi personel RDE tersebut.

Selain sertifikasi ketenaga nuklir, personel yang bekerja di bidang ketenagalistrikan juga harus disertifikasi berdasarkan ketentuan yang berlaku di bidang ketenagalistrikan. Sertifikasi personel pada lingkup ketenagalistrikan dimaksudkan untuk menghasilkan Tenaga Teknik yang memiliki kompetensi dalam mewujudkan penyediaan tenaga listrik yang andal, aman, dan akrab lingkungan. Tenaga teknik yang dimaksud adalah tenaga teknik yang bekerja diberbagai lingkup kegiatan dalam penyediaan tenaga listrik yang dapat meliputi:

- pembangkitan, transmisi, distribusi, penjualan tenaga listrik, agen penjualan tenaga listrik, pengelola pasar tenaga listrik dan pengelola sistem tenaga listrik;
- usaha jasa penunjang tenaga listrik yang meliputi: konsultasi dalam bidang tenaga listrik, pembangunan dan pemasangan instalasi tenaga listrik, pengujian instalasi tenaga listrik, pengoperasian instalasi tenaga listrik, pemeliharaan instalasi tenaga listrik, penelitian dan pengembangan, pendidikan dan pelatihan, dan usaha jasa lainnya yang berkaitan secara langsung dengan penyediaan tenaga listrik;
- usaha industri penunjang yang terdiri dari industri peralatan tenaga listrik dan industri pemanfaat tenaga listrik.

b. Proses Sertifikasi Personel

Proses sertifikasi SDM RDE yang dilaksanakan oleh Lembaga Sertifikasi Personel pihak ketiga ditunjukkan pada gambar 3.9:



Gambar 3.9 Proses Sertifikasi

Proses kualifikasi dan sertifikasi SDM RDE dilakukan sesuai dengan Prosedur Kualifikasi dan Sertifikasi yang ditetapkan. Secara umum, tahapan proses kualifikasi SDM RDE sebagai berikut:

1) Proses permohonan (aplikasi)

SDM RDE yang akan mengikuti sertifikasi/penilaian harus menyampaikan permohonan kepada LSP dan memenuhi persyaratan pelatihan dan persyaratan minimum mengenai kesehatan, pendidikan dan pengalaman yang ditentukan.

1. Persyaratan pendidikan minimum

Kandidat yang akan mengambil sertifikasi harus memberikan bukti objektif pendidikan formal minimum yang ditentukan dalam proses rekrutmen sesuai dengan kualifikasi yang diambilnya

2. Persyaratan pelatihan

Kandidat harus memberikan bukti yang sah kepada Lembaga Sertifikasi bahwa telah menyelesaikan dan/atau lulus pelatihan dalam kualifikasi yang diikuti sertifikasinya. Lembaga Pelatihan harus menerbitkan bukti mengikuti dan/atau lulus pelatihan yang berupa sertifikat pelatihan..

3. Persyaratan pengalaman

Supervisor/Pengawas RDE

Kandidat harus memberikan bukti pengalaman sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun sebagai supervisor RDE sebelum mengikuti sertifikasi. Untuk memperoleh pengalaman tersebut, kandidat dapat bertindak sebagai personel magang (OJT). Dokumen bukti pengalaman harus disahkan oleh institusi/organisasi penanggung jawab

Operator/petugas RDE

Personel SDM RDE harus memberikan bukti pengalaman sekurang-kurangnya 2 (dua) tahun sebagai personel magang (OJT) di bidang Operasi RDE sebelum mengikuti sertifikasi. Dokumen bukti pengalaman harus disahkan oleh institusi penanggung jawab

4. Persyaratan kesehatan

Personel SDM RDE harus menyerahkan bukti tertulis kepada LSP bahwa kesehatannya memenuhi persyaratan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sesuai dengan lingkup kompetensinya. Bukti kesehatan ini harus disahkan oleh institusi/organisasi penanggung jawab.

2) Proses evaluasi persyaratan

LSP mengevaluasi seluruh bukti obyektif pemenuhan persyaratan. Hanya personel yang telah memenuhi persyaratan yang dapat mengikuti proses kualifikasi / penilaian.

3) Proses kualifikasi / penilaian

Proses ujian/penilaian dilaksanakan di Tempat Uji Kompetensi (TUK) yang ditetapkan, disahkan dan dipantau oleh Lembaga sertifikasi secara langsung.

Jenis ujian/penilaian meliputi ujian tertulis dan ujian praktik. Ujian tertulis bertujuan untuk mengukur kemampuan pemahaman terkait dengan lingkup kompetensinya, dan ujian praktik bertujuan untuk mengukur keterampilan/unjuk kerja kandidat dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawab dalam kompetensinya.

Penguji bertanggung jawab untuk melaksanakan ujian sesuai prosedur yang ditetapkan oleh Lembaga sertifikasi.

Selama ujian/penilaian berlangsung, kandidat harus mematuhi peraturan yang berlaku. Kandidat yang tidak mematuhi peraturan ujian/penilaian atau bertindak curang atau membantu kecurangan, dapat dikeluarkan dari keikutsertaannya dalam ujian/penilaian.

4) **Proses Penilaian**

Penguji bertanggung jawab untuk melaksanakan penilaian sesuai prosedur yang ditetapkan oleh Lembaga sertifikasi. Penilaian harus didasarkan pada bukti obyektif yang diperoleh penguji atas kandidat selama ujian/penilaian

Setiap jenis ujian/penilaian dinilai secara terpisah dan diberi nilai maksimum 100 (seratus).

Untuk memenuhi persyaratan sertifikasi, kandidat harus memperoleh nilai minimum:

- 80% untuk ujian/penilaian tertulis, dan
- 100% untuk ujian/penilaian praktik

Kandidat yang gagal dalam ujian ulang harus mendaftar dan ikut ujian sesuai dengan prosedur yang ditetapkan bagi kandidat baru

Secara umum, jenis ujian/penilaian dan nilai batas lulus (*passing grade*) pada proses penilaian kompetensi dapat digambarkan sebagai berikut:

5) **Proses penerbitan sertifikat**

Lembaga sertifikasi menerbitkan sertifikat keahlian yang diberikan hanya bagi personel yang memenuhi semua persyaratan sertifikasi.

Penerbitan sertifikat keahlian oleh Lembaga sertifikasi merupakan pengakuan formal bahwa pemegang sertifikat memiliki kompetensi seperti yang tertera dalam sertifikat.

c. Masa Berlaku Sertifikat Dan Sertifikasi Ulang

Masa berlaku sertifikat

Periode masa berlaku sertifikat adalah lima tahun dari tanggal sertifikasi yang tertera pada sertifikat keahlian.

Sertifikat sebagaimana dimaksud dapat dicabut atau dinyatakan tidak berlaku oleh Pusat sertifikasi, apabila:

- a. digunakan dalam kualifikasi selain dari yang tertera pada sertifikat keahlian;
- b. terbukti melakukan perbuatan tercela/curang dalam pemenuhan persyaratan sertifikasi;
- c. gagal memenuhi persyaratan kesehatan atau dari surat keterangan hasil pemeriksaan kesehatan, kondisi fisik Petugas tidak memungkinkan untuk melakukan tugasnya dengan baik;
- d. tidak bekerja sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun terus menerus pada kualifikasi yang tertera pada sertifikatnya; dan/atau
- e. karena kesalahannya menyebabkan terjadinya kecelakaan yang dapat mengakibatkan bahaya radiasi dan/atau kontaminasi radioaktif bagi pekerja maupun anggota masyarakat.

Sertifikasi ulang

Dengan berakhirnya periode masa berlakunya, atau setiap 5 (lima) tahun, pemegang sertifikat harus disertifikasi ulang oleh Pusat sertifikasi untuk periode yang sama, dengan mengikuti ujian kualifikasi seperti pada ketentuan proses sertifikasi baru. Satuan kerja penanggung jawab dapat menyelenggarakan pelatihan untuk pembekalan kandidat dalam menghadapi ujian sertifikasi ulang.

d. Lembaga Sertifikasi Personel

Pelaksanaan penilaian sertifikasi personel RDE dilakukan oleh Lembaga Sertifikasi Personel (LSP) yang memiliki lingkup sertifikasi yang sesuai.

Badan Regulasi dapat melaksanakan penunjukan kepada Institusi atau LSP untuk pelaksanaan sertifikasi ini. Penunjukan dapat merupakan penunjukan yang merupakan kewenangan langsung Badan Regulasi melalui penilaian bahwa Institusi atau LSP tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

1) Keahlian di area nuklir (*nuclear island*)

Berdasarkan Peraturan Kepala BATAN nomor 14 Tahun 2013 Tentang Organisasi dan Tata Kerja, Pusat Standardisasi dan Mutu Nuklir (PSMN) memiliki Tugas dan Fungsi melaksanakan sertifikasi personel di bidang nuklir. Terkait dengan tugas penyiapan SDM RDE dan sesuai dengan TUSI tersebut, PSMN akan melaksanakan kualifikasi dan sertifikasi personel/SDM RDE, PSMN dapat bertindak sebagai Lembaga Sertifikasi Personel (LSP) untuk lingkup area nuklir (*nuclear island*) setelah memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir atau telah terakreditasi (terlisensi) oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)

2) Keahlian di area non nuklir (*non nuclear island*)

Sertifikasi personel RDE untuk keahlian di area non nuklir yang lingkup keahliannya seperti dapat mengikuti sertifikasi pada personel Tenaga Teknik Ketenagalistrikan yang dilakukan oleh LSP yang memiliki lingkup yang sesuai. LSP ini dapat berada dalam institusi dilingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) atau institusi lain yang terkait. LSP untuk lingkup area non nuklir (*non nuclear island*) memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh Badan Regulasi di bidang Ketenagalistrikan atau telah terakreditasi (terlisensi) oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP).

e. Tempat dan kerangka waktu Uji Kompetensi

Tempat Uji Kompetensi (TUK) adalah tempat personel memperagakan/membuktikan kompetensinya. TUK dapat merupakan tempat kerja personel yang diuji, namun dalam hal tempat kerja tidak memungkinkan sebagai TUK (belum tersedia), maka TUK harus merupakan instalasi yang memiliki sarana dan prasarana sistem yang tingkat kesulitan dan/atau kompleksitasnya sama atau setara dengan tempat personel bekerja sesungguhnya.

TUK untuk personel SDM RDE akan ditetapkan oleh LSP dan/atau Bapeten setelah melalui penilaian terhadap pemenuhan persyaratan tersebut di atas. TUK dapat berada di dalam negeri dan/atau di luar negeri bergantung pada jenis, bidang maupun tingkat kompetensinya.

TUK untuk sertifikasi SDM RDE lingkup nuklir di dalam negeri sangat mungkin digunakan instalasi yang dimiliki oleh BATAN atau Bapeten, dan untuk yang di luar negeri dapat dipilih instalasi milik vendor atau negara yang telah mengoperasikan RDE yang sama atau yang sejenis.

Pelaksanaan ujian sertifikasi SDM RDE dilakukan setelah personel menyelesaikan rangkaian pelatihan dan sebaiknya durasi waktu antara penyelesaian pelatihan dan ujian sertifikasi dilaksanakan tidak terlalu lama (paling lama 3 bulan setelah penyelesaian pelatihan). Kerangka waktu dan jadwal sertifikasi SDM RDE dalam lingkup nuklir disajikan pada Tabel bersamaan dengan Kerangka waktu pelaksanaan Rekrutmen dan Pelatihan yang harus diikuti oleh personel.

Sesuai dengan Program Pembangunan dan pengoperasian RDE bahwa pada tahun 2020 RDE siap dioerasikan, maka sertifikasi SDM RDE harus dilaksanakan paling lambat pada awal tahun 2020 dengan prakiraan waktu sekitar 1 s/d 2 bulan setelah SDM menyelesaikan seluruh rangkaian pelatihannya.

IV. PENUTUP

Pengembangan sumber daya manusia pada semua tahap pembangunan RDE merupakan salah satu faktor penting untuk menjamin keselamatan, keamanan, dan keandalan pengoperasian RDE. Selain itu, konsep pengembangan SDM RDE ini juga dapat menjadi salah satu jawaban atas pertanyaan masyarakat menyangkut kesiapan Indonesia dalam membangun dan mengoperasikan RDE.

Berdasarkan kebutuhan personel di setiap tahap pembangunan baik dari aspek kuantitas maupun kualitas, institusi pengembangan SDM lainnya dapat mengambil langkah antisipasi untuk memenuhi kebutuhan SDM pada saat RDE mulai dibangun. Sasaran pengembangan SDM RDE adalah ketersediaan SDM dengan kualifikasi yang dipersyaratkan bagi setiap personel sebelum menduduki masing-masing jabatannya, sesuai dengan jadwal *manpower loading* setiap tahapan pembangunan RDE.

Untuk merealisasikan sasaran pengembangan SDM RDE tersebut di atas maka perlu melaksanakan beberapa program kegiatan sebagai berikut:

- Jangka Pendek:
 - Membentuk organisasi untuk manajemen proyek sesuai dengan yang direkomendasikan oleh IAEA dan melakukan alih tugas SDM sesuai kualifikasi yang dilakukan sebelum implementasi proyek RDE tahun 2016.
 - Membentuk organisasi untuk mengoperasikan RDE dengan memperhatikan overlap pada waktu, personel dan tugas dengan organisasi manajemen proyek, 5 tahun sebelum pengoperasian RDE karena terkait langsung dengan penyiapan SDM khususnya Supervisor Operasi maupun Pemeliharaan reaktor tahun 2016.
 - Melakukan alih tugas untuk mengisi jabatan untuk supervisor dan rekrutmen untuk SDM organisasi pengoperasian RDE lainnya.

- Menyusun SKP dan SLK untuk SDM pengoperasian maupun pemeliharaan reaktor.
- Menyusun materi dan pedoman penyelenggaraan Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir (*basic course on nuclear power*) yang diselenggarakan secara domestik baik bagi tenaga ahli, teknisi, maupun *craftsmen*.
- Menjalin kerja sama dengan negara yang telah membangun dan mengoperasikan RDE, Negara Vendor guna melatih personel yang akan dilibatkan di dalam tahap persiapan pembangunan dan konstruksi RDE seperti pelatihan di bidang manajemen proyek (*project management*), manajemen konstruksi (*construction management*), pengkajian desain RDE (*nuclear plant design review*), jaminan kualitas dan manajemen kualitas (*QA/QM*), serta sistem perizinan dan regulasi (*licencing and regulation*).
- Alokasi Sumberdaya untuk pengembangan SDM RDE perlu direncanakan sejak awal dan memerlukan dana sekitar Rp. 60 Milyar.
- Kerja sama internasional dan negara vendor dalam rangka penerapan Program Pengembangan SDM RDE
- Implementasi program pelatihan baik di dalam maupun di luar negeri, termasuk kegiatan *on-the job training*.
- Melakukan Uji sertifikasi personel SDM pengoperasian dan pemeliharaan RDE
 - Organisasi Manajemen Proyek (OMP) mendesak segera dibentuk sebelum implementasi proyek (2016)
 - Organisasi Manajemen Proyek dapat diwujudkan dalam bentuk Unit Pelaksana Teknis pada Unit Kerja dengan tupoksi yang selaras.
 - Rekrutmen SDM untuk Organisasi manajemen Proyek sejumlah 54 – 69 dapat dilakukan dari internal BATAN dengan memperhatikan:
 - Kualifikasi , Pendidikan, Pelatihan dan Pengalaman

- Alih Tugas dari pegawai PKSEN, PTKRN, PRFN, PRSG, PSTNT, PSTA, BU, PDL, BSDMO
 - OMP bersifat sementara, sehingga SDM yang ada dapat dialih-tugaskan pada Organisasi Pengoperasian RDE.
 - Organisasi Pengoperasi RDE memerlukan sejumlah 120 orang dan perlu segera dibentuk tahun 2016, mengingat penyiapan SDM memerlukan waktu minimal 5 tahun (Supervisor Operasi dan Pemeliharaan untuk perekrutan internal BATAN).
 - Organisasi Pengoperasian RDE dapat diwujudkan dalam bentuk:
 - Unit Pelaksana Teknis pada Unit Kerja dengan tupoksi yang sejenis, misalnya UPT pada Unit Kerja PRSG.
 - Struktur Organisasi Pengoperasi pada Unit Kerja sejenis, dengan menambah tupoksi untuk pengoperasian dan pemeliharaan RDE.
 - Membentuk Unit Kerja setingkat Eselon 2.
 - Rekrutmen untuk supervisor operasi dan pemeliharaan RDE perlu segera dilakukan tahun 2016, karena harus memenuhi persyaratan sertifikasi seperti pelatihan operator, OJT operator, ujian sertifikasi untuk operator, pelatihan supervisor, OJT Supervisor dan ujian SIB supervisor yang secara keseluruhan memerlukan waktu 4 s.d. 5 tahun.
 - Perekrutan SDM dari eksternal BATAN akan memerlukan waktu 6 s.d. 7 tahun sebelum dapat bertugas sesuai kompetensi yang dipersyaratkan
- Jangka Menengah:
 - mengembangkan infrastruktur pelatihan di dalam negeri guna melaksanakan pelatihan yang dapat diselenggarakan secara domestik.

- Menyiapkan tenaga pengajar atau instruktur pelatihan untuk mengikuti Pelatihan bagi Pengajar (ToT) di dalam maupun di luar negeri.
- menjalin kerjasama internasional guna menyusun program pelatihan yang bersifat *advanced* khususnya bagi personel yang akan bekerja di dalam tahap operasi dan pemeliharaan RDE.

DAFTAR PUSTAKA

1. BATAN, “*Guidance for the Application and Development of Sustainable Nuclear Energy System*”, *Chairman Decree* (2006).
2. IAEA, “*Manpower Development for Nuclear Power, A Guide Book*”, *Technical Reports Series No. 200*, IAEA (1980).
3. IAEA, “*Qualification of Nuclear Power Plant Operations Personnel*”, *Technical Reports Series No. 242*, IAEA (1984).
4. IAEA, “*Guide Book on the Education and Training of Technicians for Nuclear Power*”, *Technical Reports Series No. 306*, IAEA (1989).
5. IAEA, “*Guide Book on Training to Establish and Maintain the Qualification and Competence of Nuclear Power Plant Personnel*”, *Technical Document No. 525*, IAEA (1989).
6. IAEA, “*Recruitment, Qualification, and Training of Personnel for Nuclear Power Plant*”, *Safety Standard Series No. NS-G-2.8*, IAEA (2002).
7. Indonesia – Korea *joint Study on Program Preparation & Planning of the NPP Development in Indonesia* (2006).
8. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) tahun 2005~2025.
9. Undang-Undang (UU) Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.
10. Peraturan Pemerintah (PP) No. 5 tahun 2010 tentang RPJM 2010–2014.
11. Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.
12. IAEA, *Project Management in Nuclear Power Plant Construction: Guidelines and Experience*, IAEA Nuclear Energy Series NP-T-2.7, Vienna, 2012.
13. IAEA, *Manpower Development for Nuclear Power*, Technical Report Series TRS 200, Vienna, 1980.
14. BATAN, *Sistem Manajemen Evaluasi Tapak Reaktor Daya Eksperimental Revisi 02*, Jakarta, 2014.

Kualifikasi SDM RDE

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
Manajer	S-2	Rekayasa Pembangkit Daya	1	1	Bahasa Asing
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Teknologi Tenaga Nuklir (1 tahun)
Perencana Program Tenaga Nuklir	S-1	Ekonomi	1	2	Ekonomi Energi Nuklir
					Evaluasi Proyek
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
	S-1	Rekayasa	4	8	Ekonomi Energi Nuklir
					Evaluasi Proyek
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Perencana Sistem Daya	S-1	Ekonomi	1	2	Analisis Sistem
					Ekonomi Penyediaan Daya
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Perencanaan Sistem Daya
	S-1	Listrik Arus Kuat	2	3	Analisis Sistem
					Ekonomi Penyediaan Daya
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Perencanaan Sistem Daya
	Teknisi	Pemrograman Komputer	1	2	Analisis Sistem
Ekonomi Penyediaan Daya					
Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir					
Perencanaan Sistem Daya					
Studi Kelayakan	S-1	Ekonomi	2	2	Bidang khusus bila diperlukan
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir dan Sistem Instalasi
	S-1	Hukum	1	1	Bidang khusus bila diperlukan
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir dan Sistem Instalasi
	S-1	Rekayasa	7	12	Bidang khusus bila diperlukan
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir dan Sistem Instalasi

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
Studi Tapak	S-1	Rekayasa, Geologi, Hidrologi, Meteorologi, Ekologi, Biologi, Seismologi, dsb	5	7	On-the-job Training dalam Studi Tapak dan Lingkungan, Instalasi Tenaga Nuklir, Teknologi Nuklir (1 tahun) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir dan Keselamatan Nuklir Pelatihan Khusus sesuai dengan bidangnya
Kualifikasi Tapak	S-1	Rekayasa, Geologi, Hidrologi, dsb	12	15	On-the-job Training dalam Studi Tapak dan Lingkungan, Instalasi Tenaga Nuklir, Teknologi Nuklir (1 tahun) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir dan Keselamatan Nuklir Pelatihan Khusus sesuai dengan bidangnya
Jumlah			37	55	

**Personnel Qualification
Project Management: Utility**

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
Manajer Proyek	S-2	Rekayasa (Nuklir, Mekanik atau Listrik)	1	1	On-the-job Training pada Proyek Tenaga Nuklir (6 bulan)
					Teknologi Tenaga Nuklir (1 tahun)
Deputi Manajer Proyek	S-2	Rekayasa (Nuklir, Mekanik atau Listrik)	1	1	On-the-job Training pada Proyek Tenaga Nuklir (6 bulan)
					Teknologi Tenaga Nuklir (1 tahun)
Penasehat Hukum	S-1	Hukum	1	1	Aspek Hukum Tenaga Nuklir
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Kepala Perencana dan Penjadwalan	S-1	Rekayasa	1	1	On-the-job Training pada Proyek Tenaga Nuklir (6 bulan)
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Teknik Penjadwalan
Perencana dan Penjadwalan	S-1	Rekayasa	3	5	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Teknik Penjadwalan
Manajer Rekayasa	S-2	Rekayasa (Nuklir, Mekanik atau Listrik)	1	1	On-the-job Training di Bidanganya (6 bulan)
					Teknologi Tenaga Nuklir (1 tahun)
Penyelia Rekayasa Nuklir	S-1	Rekayasa Nuklir atau Fisika Nuklir	1	1	On-the-job Training (6 bulan) dalam proyek tenaga nuklir
					Teknologi Tenaga Nuklir (1 tahun)
Penyelia Rekayasa Mekanik	S-1	Rekayasa Mekanik	1	1	On-the-job Training (3-6 bulan)
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Penyelia Rekayasa Listrik	S-1	Rekayasa Listrik	1	1	On-the-job Training (3-6 bulan)
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Penyelia Instrumentasi dan Kendali	S-1	Rekayasa (Elektronik)	1	1	On-the-job Training (6 bulan)
					Teknologi Tenaga Nuklir (1 tahun) berorientasi Instrumentasi dan Kendali
Penyelia Rekayasa Sipil	S-1	Teknik Sipil	1	1	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Penyelia Manajemen Bahan Bakar	S-1	Rekayasa Mekanik atau Metalurgi	1	1	Daur Bahan Bakar Nuklir

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					QA/QC dan NDE
Penyelia Lapangan	S-1	Teknik Sipil	1	1	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Staf Rekayasa	S-1	Rekayasa (Mekanik, Listrik, Elektronik, Sipil atau Kimia); Mata Kuliah Fisika	15	20	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Staf Teknis	Teknisi	Melakukakan Gambar	5	7	Pelatihan Khusus sesuai dengan bidangnya
Kepala Kelompok Keselamatan dan Perizinan	S-2	Rekayasa Nuklir atau Fisika Nuklir	1	1	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Keselamatan Nuklir, Proteksi Radiasi, Perizinan dan Aspek Hukum
					On-the-job Training (6 bulan)
Kelompok Keselamatan dan Perizinan	S-1	Rekayasa (Fisika Nuklir, Kimia)	3	5	On-the-job Training (3-6 bulan)
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Pelatihan Khusus Bidang Keselamatan
Kepala Kelompok Jaminan Mutu	S-2	Rekayasa Mekanik	1	1	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					On-the-job Training pada Proyek Tenaga Nuklir (3-6 bulan)
					Jaminan Mutu
Kelompok Jaminan Mutu	S-1	Rekayasa (Mekanik, Listrik atau Sipil)	3	4	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					On-the-job Training pada Proyek Daya (3 bulan)
					Jaminan Mutu
Kepala Pelatihan dan Manajemen Personil	S-2	Rekayasa	1	1	Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
					Pengembangan SDM Nuklir
					On-the-job Training pada Konstruksi dan Operasi Instalasi Tenaga Nuklir
Pelatihan dan Manajemen Personil	S-1	Rekayasa	2	3	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Pendidikan dan Pelatihan, Psikologi, Manajemen
Kepala Keuangan dan Pemiagaan	S-2	Ekonomi atau Administrasi Bisnis	1	1	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Ekonomi Tenaga Nuklir
Keuangan dan Pemiagaan	S-1	Ekonomi atau Administrasi Bisnis	3	5	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Metodologi Pengendalian Biaya
	S-1	Akuntan	3	4	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
					Metodologi Pengendalian Biaya
Kepala Administrasi dan Hubungan Masyarakat	S-1	Administrasi Bisnis	1	1	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
	S-1	Jurnalisme	1	2	Aspek Keselamatan dan Lingkungan
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
S-1	Rekayasa	1	2	Penerimaan Publik Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir	
Jumlah			56	74	

**Personnel Qualification
Operations and Maintenance**

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
Superintenden Instalasi	S-2	Rekayasa	1	1	Pelatihan khusus (1-2 tahun) berkaitan dengan Operasi Instalasi Daya seperti Pelatihan Operator, Keselamatan Nuklir, Manajemen Bahan Bakar, Analisis Sistem, Kontrol Proses, Instrumentasi Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
Deputi Superintenden Instalasi	S-2	Rekayasa	1	1	Pelatihan khusus (1-2 tahun) berkaitan dengan Operasi Instalasi Daya seperti Pelatihan Operator, Keselamatan Nuklir, Manajemen Bahan Bakar, Analisis Sistem, Kontrol Proses, Instrumentasi Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
DIVISI OPERASI Superintenden Operasi	S-2	Rekayasa, Elektronik	1	1	Analisis Sistem Operator Reaktor (1-2 tahun) Partisipasi Aktif pada Komisioning Instalasi Pelatihan Tingkat Lanjut pada Instalasi Daya SIB Operator (4-5 tahun) Simulator Reaktor Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
Penyelia Shift (supervisor)	S-1	Rekayasa (Listrik atau Mekanik)	5	6	Operator Instalasi Tenaga Nuklir (Sertifikasi) Pelatihan Tingkat Lanjut di Bidang Sistem, Keselamatan, Operasi, termasuk on-the-job training, dan berpartisipasi pada Komisioning (3-4 tahun) Pelatihan Tingkat Lanjut pada Instalasi Daya
Deputi Penyelia Shift	S-1	Rekayasa	5	6	Operator Instalasi Tenaga Nuklir (Sertifikasi) Pelatihan Tingkat Lanjut di Bidang Sistem, Keselamatan, Operasi, termasuk on-the-job training, dan berpartisipasi pada Komisioning (3-4 tahun) Pelatihan Tingkat Lanjut pada Instalasi Daya
Operator Ruang Kendali					

Lampiran I

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
Operator Senior	S1	Rekayasa (Listrik atau Mekanik)	10	18	Pelatihan Tingkat Lanjut Operator, termasuk on-the-job training, dan berpartisipasi pada Komisioning (2-3 tahun)
Operator	Teknisi	Rekayasa (Listrik atau Mekanik)	10	18	Pelatihan Tingkat Lanjut Operator, termasuk on-the-job training, dan berpartisipasi pada Komisioning (2-3 tahun)
Asisten Operator	Teknisi	Rekayasa (Listrik atau Mekanik)	5	12	Operator Reaktor (1-2 tahun)
Operator Lapangan	Teknisi	Rekayasa (Listrik atau Mekanik)	15	24	Operator Lapangan (1-2 tahun) Pelatihan Tingkat Lanjut dalam Sistem, Komponen, Peralatan Instalasi Daya Proteksi Radiasi
DIVISI PERAWATAN Superintenden Perawatan	S-1	Mesin Mekanik	1	1	Berpartisipasi dalam pembangunan dan komisioning Instrumentasi dan Kendali Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Pelatihan Tingkat Lanjut pada Komponen dan Sistem Instalasi Daya Perawatan Instalasi Daya (1-2 tahun) Proteksi Radiasi QA/QC
Perekayasa	S-1	Rekayasa	8	14	Analisis Keselamatan Berpartisipasi dalam pembangunan dan komisioning Instalasi Tenaga Nuklir (2-3 tahun) Instrumentasi Proteksi Radiasi QA/QC Sistem, Komponen, Peralatan
Penyelia Perawatan	Teknisi	Rekayasa	5	7	Analisis Keselamatan Berpartisipasi dalam pembangunan dan komisioning Instalasi Tenaga Nuklir (2-3 tahun) Instrumentasi Proteksi Radiasi

Lampiran I

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
					QA/QC
					Sistem, Komponen, Peralatan
Teknisi Perawatan	Teknisi	Instrumentasi dan Kendali	10	20	On-the-job Training (3-6 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Proteksi Radiasi
		Listrik	7	10	On-the-job Training (3-6 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Proteksi Radiasi
		Mesin Mekanik	15	24	On-the-job Training (3-6 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Proteksi Radiasi
Tukang Perawatan	Tukang	Elektronik atau elektrik	5	10	On-the-job Training (3 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Pelatihan khusus bagi tukang yang berhubungan dengan Proteksi Radiasi
	Tukang	Mesin Mekanik	12	20	On-the-job Training (3 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Pelatihan khusus bagi tukang yang berhubungan dengan Proteksi Radiasi
	Tukang	Sipil	3	5	On-the-job Training (3 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Pelatihan khusus bagi tukang yang berhubungan dengan Proteksi Radiasi
DIVISI KESELAMATAN Superintenden Keselamatan	S-2	Rekayasa	1	1	Berpartisipasi dalam komisioning Komponen Sistem Instalasi Daya Peraturan Perundangan Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun), berorientasi pada Keselamatan
Perekayasa Keselamatan Industri	S-1	Rekayasa	1	1	Berpartisipasi dalam pembangunan dan komisioning On-the-job Training (3-6 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
Perekayasa Keselamatan Nuklir	S-2	Rekayasa	2	4	Berpartisipasi dalam komisioning

Lampiran I

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
					Pelatihan Tingkat Lanjut dalam Sistem, Prosedur, Komponen, Rekayasa dan Operasi Instalasi Daya (2-3 tahun)
					Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun), berorientasi pada Keselamatan
Fisika Kesehatan	S-2	Rekayasa atau Fisika	1	2	On-the-job Training (3-6 bulan)
					Proteksi Radiasi
					Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun), berorientasi pada Keselamatan
Teknisi Keselamatan	Teknisi	Teknisi	10	12	Berpartisipasi pada tahap akhir komisioning
					Keselamatan Nuklir
					On-the-job Training (3-6 bulan)
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Pemadam Kebakaran
					Proteksi Radiasi
DIVISI PELATIHAN Superintenden Pelatihan	S-2	Rekayasa	1	1	Berpartisipasi dalam komisioning
					Operator Reaktor (1-2 tahun)
					Pelatihan tingkat lanjut di bidang Sistem Tenaga Nuklir, QA/QC, Simulator, Proteksi Radiasi
					Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
Perekayasa Pelatihan	S-1	Rekayasa	2	3	Berpartisipasi dalam komisioning
					Operator Reaktor (1-2 tahun)
					Pelatihan tingkat lanjut di bidang Sistem Tenaga Nuklir, QA/QC, Simulator, Proteksi Radiasi
					Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
Instruktur Pelatihan	Teknisi	Listrik, mekanik, proteksi radiasi	2	3	Operator Reaktor (1-2 tahun)
					Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir
					Proteksi Radiasi
					QA/QC
					Teknik Perawatan
DIVISI TEKNIK					

Lampiran I

Jabatan / Posisi	Pendidikan	Spesialisasi	Jumlah		Pelatihan
			Min.	Maks	
Superintenden Teknik	S-2	Rekayasa	1	1	Berpartisipasi dalam komisioning Pelatihan tingkat lanjut dalam Sistem, Prosedur, Komponen, Perawatan dan Operasi Instalasi Daya (1-2 tahun) Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun)
Staf Perakayasa Teknik	S-1	Rekayasa (Mekanik, Listrik, Nuklir, Fisika, Kimia)	8	10	Berpartisipasi dalam komisioning On-the-job Training (3-6 bulan) Teknologi Tenaga Nuklir (1-2 tahun), sesuai dengan bidangnya
Teknisi	Teknisi	Teknisi (Mekanik, Listrik, Elektronik, Kimia, Komputer, Juru Gambar)	15	24	On-the-job Training (3-6 bulan) Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Pelatihan tingkat lanjut di bidangnya
DIVISI JAMINAN MUTU Perakayasa QA/QC	S-1	Mesin Mekanik	1	2	Berpartisipasi dalam pembangunan dan komisioning Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir Pelatihan tingkat lanjut pada instalasi yang akan di komisioning (1-2 bulan) QA/QC
Teknisi QA/QC dan Auditor	Teknisi	Teknisi (Mekanik, Listrik, Sipil, Las)	6	8	Pelatihan Dasar Tenaga Nuklir QA/QC
Jumlah			170	270	

Jadwal Rekrutmen dan Pelatihan SDM RDE

	Minus tahun sebelum Operasi	201X-10	201X-9	201X-8	201X-7	201X-6	201X-5	201X-4	201X-3	201X-2	201X-0.8	201X-0.5	201X
	Tahun	2015	2016	2016 (8)	2017 (2)	2017 (4)	2017 (6)	2018	2019	2020	2021	2021 (June)	2022
Jabatan	Pelatihan	Spesifikasi RDE	Kontrak RDE	Pekerjaan Tapak dan Sipil			Mulai Konstruksi		Pemasangan Trafo	Uji Fungsi Substansi	Komisioning dan loading BBN	Serah Terima RDE	Pengoperasian
Personil PMO													
General Manager, Nuclear Power Departemen		1											
Deputies													
Budget management during construction		1											
Site condition and environment assessment		2											
Construction management (Cont. Sche. And local govt affair etc)	Project management	2											
Planning of strategy for nuclear fuel cycle and waste disposal	nuclear fuel cycle and waste disposal	1											
Procurement of nuclear fuel	Procurement of nuclear fuel	2		4									
Plant facility specification(preparation of plant facility and specification.)	Types of proven designs of nuclear power plants and potential suppliers visited operating plants similar to those being considered	10											
Safety analysis and evaluation (preparation of SAR)	Safety Analysis	2											
Licensing affairs to the regulatory bodies		2											
Operation provision (planning of the plant op. prov. and built-up plant op)		2				4							
Quality assurance program strategy		2											
Public information and communications	Public information and communications	2											
Total in the headquarters		29		4		4							
Personil Pengoperasian RDE													
Plant Manager					1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deputy Plant Manager for Engineering Management													
Reactor Safety Staff											2	2	2
Training & Educations Staff									2	2	2	2	2
Quality Assurance Staff				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Engineering & Technical Support Section													1
General Technical Affairs & Technical Support													3
(Technical consultant)													
Configuration Control & Document Room													1
(Document room)													3
Nuclear Fuel & Reactor Core Section								1	1	1	1	1	1
Reactor Core Management & Fuel Handling								2	2	2	4	7	7

Radiation Control Section								1	1	1	1	1	1
Radiation Protection								2	2	6	6	6	6
(Radiation monitor maintenance)													2
(Radiation survey meter maintenance)													2
(Access control to radiation area and other supplemental work)										3		3	3
(Radioactive Waste Facilities Operation & Handling)												3	3
(Laundry work)											1	1	1
(Housekeeping in the control area)												2	2
Environment Monitoring								2	2	2	2	7	7
(Environment research of sea area)													
(Supplemental works of environment monitoring)													4
Water Chemistry Control Section								0.33	0.33	1	1	1	1
Water Chemistry Control								2	2	2	2	2	2
(Supplemental works of chemical analysis)													1
(Water Processing Facilities Operation)											2	2	2
Deputy Plant Manager for Facility Management and Operation													
Facility Management Section												1	1
Facility Modification Planning													
Steam Generator Cleanup Taskforce													
Maintenance Budget & Account												1	1
Work Planning for Refueling Outage												1	1
Plant Operation Section									1	1	1	1	1
Expenditure & Operation Section Management												1	1
Plant Operation Management									2	4	4	4	4
(Supplementary work for plant facility operation)													
Isolation Planning for Refueling Outage												2	2
Operation Shift													
Shift supervisor										6	6	6	6
Unit Supervisor										6	6	6	6
Operator									5	12	12	12	12
Patroller									5	18	18	18	18
Deputy Plant Manager for Plant Maintenance													
(Daily maintenance work of plant facilities, outsourcing)													
Electrical Maintenance Section								1	1	1	1	1	1
Instrumentation & Control System – Primary system								2	2	5	5	5	5
Instrumentation & Control System – Turbine Island								2	2	4	4	4	4
(Control valve maintenance)													2
Electrical Equipment								2	2	4	4	4	4
(Maintenance tool room)												2	2
Mechanical Maintenance Section								1	1	1	1	1	1
Reactor System								2	2	2	2	2	2
Balance of Plant								2	2	5	5	5	5

(Spare-parts storage and machine shop)													2	2
Architectural Maintenance Section			1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Building			1	1	2		2	2	2	2	2	2	2	3
Civil Facility & Earthwork			2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	3
Jumlah Total Pegawai RDE		0	0	6	7	8	8	32.33	47.33	97	107	130	153	

Lampiran 3

PROGRAM PELATIHAN SDM RDE

1. Pegawai Baru

Pekerjaan	2016	2017	2018	2019	2020
	Penyiapan Tapak	Konstruksi		Cold Test	Komisioning
R E K R U I T M E N		<ol style="list-style-type: none"> 1. OPB (PDL) 2. Prajab (LAN) 3. K3 (PDL) 4. Jaminan mutu 5. Proteksi Radiasi 6. Desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR) 7. Deskripsi dan Lokasi sistem dan komponen RDE 8. Pemagangan sistem dan komponen Reaktor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : Sistem dan Komponen Reaktor (RDE/PLTN RR) 2. Kursus Bahasa (Inggris/Rusia/ Jepang/Cina) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemagangan operator lapangan 2. Pemagangan operator sistem bantu 3. Pemagangan operator Turbin Generator 4. Pemagangan operator Control room 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan Operator 2. Ujian Lisensi
	Partisipasi pada kegiatan komisioning RDE Petugas		<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : Sistem dan Komponen Reaktor (RDE/PLTN RR) 2. Kursus Bahasa (Inggris/Rusia/ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan alat dan perlengkapan perawatan 2. Perawatan mekanik 3. Perawatan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemagangan Komisioning 2. Ujian Lisensi 3. Mengikuti kegiatan komisioning

Pemeliharaan RDE		Jepang/Cina)	instrumentasi dan kontrol 4. Perawatan elektrik personal		
Petugas Proteksi Radiasi		1. Pelatihan dasar : Sistem dan Komponen Reaktor (RDE/PLTN RR) 2. Pelatihan PPR	1. Pelatihan Pengendalian Radiasi Lingkungan 2. Pelatihan Pengendalian Monitor dosis dan akses kontrol 3. Penanggulangan Kedaruratan Nuklir	Pemagangan Komisioning	
Petugas proteksi fisik		Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR)	1. Pelatihan sistem Proteksi Fisik PLTN 2. Pelatihan desain dan Evaluasi Proteksi Fisik PLTN 3. Pelatihan Kedaruratan Keamanan Nuklir	Bekerja Aktif	
Petugas K3 dan Lingkungan		Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor	1. Pelatihan dasar : Pengukuran Radiasi dan Spektroskopi	Bekerja Aktif	

		(RDE/PLTN RR)	<ul style="list-style-type: none"> Nuklir 2. Pengukuran radiasi Lingkungan 3. Pelatihan keselamatan Pengendalian Dampak Radiologi 4. Pelatihan pengelolaan limbah RA 		
Petugas Akuntansi Bahan Nuklir		Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR)	<ul style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan Pengukur Bahan Nuklir 2. Pelatihan SPPBN 3. Pelatihan Pengendali BN 	Bekerja Aktif	

2.

2. Alih Fungsi

Pekerjaan	2016	2017	2018	2019	2020
	Penyiapan Tapak	Konstruksi		Cold Test	Komisioning
Personel Utama					
Supervisor	Rekrutmen (15 orang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR) 2. Kursus Bahasa 3. Pemagangan sistem dan komponen Reaktor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan penyegaran operator 2. Pemagangan operator lapangan 3. Pemagangan operator sistem bantu 4. Pemagangan operator Turbin Generator 5. Pemagangan operator Control room 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ujian Lisensi Operator 2. Mengoperasikan Reaktor 3. Diklat supervisor 4. Pemagangan supervisor reaktor 5. Ujian Lisensi Supervisor 	Partisipasi pada kegiatan komisioning RDE
Operator		<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kursus Bahasa (Inggris/Rusia/Jepang/China) 2. Pemagangan operator lapangan 3. Pemagangan operator sistem bantu 4. Pemagangan operator Turbin Generator 5. Pemagangan operator Control room 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan Operator 2. Ujian Lisensi 	Partisipasi pada kegiatan komisioning RDE

Perawatan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR) 2. Kursus Bahasa (Inggris/Rusia/Jepang/Cina) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan alat dan perlengkapan perawatan 2. Perawatan mekanik 3. Perawatan instrumentasi dan kontrol 4. Perawatan elektrik personal 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemagangan Komisioning 2. Ujian Lisensi 	Mengikuti kegiatan komisioning
Personel Pendukung					
PPR	Rekrutmen (6 orang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR) 2. Pelatihan PPR 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan Pengendalian Radiasi Lingkungan 2. Pelatihan Pengendalian Monitor dosis dan akses kontrol 3. Penanggulangan Kedaruratan Nuklir 	Pemagangan Komisioning	
Petugas proteksi fisik		Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan sistem Proteksi Fisik PLTN 2. Pelatihan desain dan Evaluasi Proteksi Fisik PLTN 3. Pelatihan Kedaruratan Keamanan Nuklir 		

Petugas K3 dan Lingkungan		Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dasar : Pengukuran Radiasi dan Spektroskopi Nuklir 2. Pengukuran radiasi Lingkungan 3. Pelatihan keselamatan Pengendalian Dampak Radiologi 4. Pelatihan pengelolaan limbah RA 		
Petugas akuntansi Bahan Nuklir		Pelatihan dasar : desain Teknologi dan keselamatan Reaktor (RDE/PLTN RR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan Pengukur Bahan Nuklir 2. Pelatihan SPPBN 3. Pelatihan Pengawas BN 		