



LAPORAN

**REKOMENDASI KEBIJAKAN PEMBINAAN
DAN PEMBENTUKAN *TECHNICAL SUPPORT
ORGANIZATION* (TSO)
PRALISENSI DESAIN PLTN**

TAHUN ANGGARAN 2025

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN REKOMENDASI KEBIJAKAN PEMBINAAN DAN
PEMBENTUKAN *TECHNICAL SUPPORT ORGANIZATION* (TSO)
PRALISENSI DESAIN PLTN
TAHUN ANGGARAN 2025

Disusun oleh:	Ketua Tim, Dr. Diah Hidayanti, S.T, M.T.  NIP 198101142005012001
	Imron, S.T.  NIP 19780331200641005
Tanggal	1 Desember 2025
Diperiksa oleh:	Pengelola Kegiatan Kelompok Fungsi Pengkajian Reaktor Daya Bintoro Aji, S.T, M.T.  NIP 196609261990121001
	Tanggal 5 Desember 2025
Disahkan oleh:	Kepala P2STPIBN, #
	Tanggal 31 Desember 2025

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : ii dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

**TIM KEGIATAN REKOMENDASI KEBIJAKAN PEMBINAAN DAN
PEMBENTUKAN *TECHNICAL SUPPORT ORGANIZATION* (TSO)
PRALISENSI DESAIN PLTN
TAHUN ANGGARAN 2025**

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| 1. Bintoro Aji (Pereviu) | P2STPIBN-BAPETEN |
| 2. Khoirul Huda (Pereviu) | P2STPIBN-BAPETEN |
| 3. Diah Hidayanti Sukarno (Ketua) | P2STPIBN-BAPETEN |
| 4. Imron (Anggota) | P2STPIBN-BAPETEN |
| 5. Catur Febriyanto Sutopo (Anggota) | DPIBN-BAPETEN |
| 6. Alfa Gunawan Zulqarnaen (Anggota) | DPIBN-BAPETEN |

**NARASUMBER KEGIATAN REKOMENDASI KEBIJAKAN PEMBINAAN DAN
PEMBENTUKAN *TECHNICAL SUPPORT ORGANIZATION* (TSO)
PRALISENSI DESAIN PLTN
TAHUN ANGGARAN 2025**

- | | |
|---|---|
| 1. Dr. Alexander Agung | DTNTF- FT UGM |
| 2. Dr. Andang Widi Harto | DTNTF- FT UGM |
| 3. Indarto Permana Aji | PT Kakiatna Enjiniring |
| 4. Prof. Zaki Suud | FMIPA-ITB |
| 5. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D | Departemen Teknik Kelautan-Fakultas
Teknologi Kelautan ITS |
| 6. Ir. Achmad Riadi S.T., M.Eng., Ph.D.,
IPM | Departemen Teknik Mesin-FT UI |
| 7. Muhammad Fariz | PT PAL Indonesia |

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : iii dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

LEMBAR DISTRIBUSI

No. Salinan Dokumen	Nama Jabatan
4	Deputi Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir
4.4	Direktur Pengaturan Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir
3.2	Direktur Perizinan Instalasi dan Bahan Nuklir
3.4	Direktur Inspeksi Instalasi dan Bahan Nuklir
2.1	Kepala Biro Perencanaan
2.4	Kepala Inspektorat
4.2.1	TU Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : iv dari x

Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada kesempatan yang baik ini kami dapat menyelesaikan Laporan Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan *Technical Support Organization* (TSO) Pralicensi Desain PLTN sesuai dengan alokasi anggaran dan waktu yang tersedia.

Atas tersusunnya laporan ini kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota tim dan rekan kerja di Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir (P2STPIBN) dan unit kerja terkait di Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), serta narasumber dari luar BAPETEN yang telah berkontribusi terhadap penyusunan laporan ini.

Semoga hasil kegiatan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terkait yang membutuhkan, walaupun kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaannya. Kami sangat mengharapkan saran dan koreksi untuk upaya perbaikan dan pengembangan terhadap kegiatan ini.

Jakarta, 31 Desember 2025

Kepala P2STPIBN,



Dra. Taruniyati Handayani, M.Sc.
NIP 196605311991032001

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : v dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	ii
TIM KERJA DAN NARASUMBER	iii
LEMBAR DISTRIBUSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
RINGKASAN EKSEKUTIF	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Metodologi Kegiatan	4
1.5 Sistematika Laporan	4
BAB II STUDI LITERATUR	6
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	21
3.1 Identifikasi Pekerjaan TSO	21
3.2 Kriteria TSO	25
3.3 Skema Kerja Sama TSO	26
3.4 Prosedur Penggunaan TSO	37
3.5 Identifikasi Potensi TSO Dalam dan Luar Negeri	41
BAB VI SIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN	54
4.1 Simpulan	54
4.2 Rekomendasi Kebijakan	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : vi dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

RINGKASAN EKSEKUTIF

Sehubungan dengan upaya penguatan infrastruktur pengawasan PLTN di Indonesia, kegiatan penyusunan Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan *Technical Support Organization* (TSO) Pralicensi Desain PLTN ini bertujuan untuk menyiapkan pembentukan TSO eksternal bagi BAPETEN dalam melakukan kegiatan reviu desain PLTN pada tahap praperizinan OSS. Ruang lingkup kegiatan ini terdiri atas:

1. studi pengalaman/praktik TSO di negara lain, khususnya *embarking countries*;
2. perumusan kriteria penerimaan TSO;
3. identifikasi pekerjaan TSO;
4. identifikasi skema kerja sama dan prosedur penggunaan TSO eksternal; serta
5. identifikasi potensi TSO di dalam negeri.

Melihat dari hasil studi terhadap pengalaman pembangunan PLTN pertama di Turki, diketahui bahwa dukungan teknis bagi badan pengawas ketenaganukliran di Turki, yaitu NDK, dilakukan secara bertahap. Pada tahap awal, NDK menggunakan TSO internal yang dibantu oleh pihak eksternal, terutama universitas dan badan litbang ketenaganukliran. Selain itu, NDK juga menggunakan TSO dari luar negeri, antara lain badan pengawas dari Republik Ceko dan TUV SUD dari Jerman. Praktik ini tetap berlangsung meski TSO khusus untuk badan pengawas, yaitu NUTED sebagai BUMN, telah dibentuk secara resmi pada tahun 2018 bersamaan dengan terbitnya izin konstruksi unit I PLTN Akkuyu. NDK juga memanfaatkan kerja sama Uni Eropa dalam penguatan infrastruktur pengawasan PLTN, seperti revisi dan/atau penyusunan peraturan, pengembangan prosedur reviu dan penilaian perizinan, peningkatan kapabilitas inspeksi, serta pengembangan kompetensi SDM.

Pemilihan TSO eksternal harus menggunakan kriteria penerimaan yang telah ditentukan, antara lain:

1. Memiliki independensi
2. Memiliki kompetensi (SDM & fasilitas)
3. Memiliki pengalaman/portofolio yang relevan dan memadai;
4. Memiliki finansial yang stabil dan memadai;
5. Menerapkan prinsip transparansi dan keterbukaan (data dan kegiatan)

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : vii dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

6. Menerapkan sistem manajemen (termasuk sistem manajemen mutu);
7. Memiliki dan menerapkan *knowledge management*;
8. Menerapkan sistem pengaturan data dan informasi yang terkendali;
9. Mematuhi regulasi dan standar nasional/internasional;
10. Memiliki posisi hukum & kewenangan yang jelas; serta
11. Memiliki keterlibatan dalam kegiatan litbang secara intensif.

Jenis pekerjaan teknis yang dilakukan oleh TSO eksternal dalam kegiatan reviu desain PLTN pada tahap praperizinan dapat mengacu pada butir-butir isi LAK. Salah satu butir isi LAK yang memerlukan dukungan TSO eksternal untuk reviu dan perhitungan independen adalah analisis keselamatan yang meliputi:

- a. identifikasi, kategorisasi dan pengelompokan kejadian awal terpostulasi (PIE) dan pemilihan skenario kecelakaan;
- b. analisis keselamatan deterministik pada kondisi operasi normal, AOO, dan DBA;
- c. analisis keselamatan pada kondisi DEC, termasuk kecelakaan parah (*severe accident*), mencakup analisis kinerja *containment*, perhitungan *source-term*, dan analisis dampak radiologi;
- d. analisis keselamatan probabilistik (PSA); serta
- e. analisis kesesuaian BKO dengan hasil analisis keselamatan;

Secara garis besar, prosedur penggunaan TSO eksternal oleh badan pengawas terdiri atas: 1) identifikasi kebutuhan jenis pekerjaan/layanan; 2) identifikasi TSO yang tersedia; 3) penilaian dan seleksi TSO; 4) negosiasi dan penandatanganan kontrak; 5) pelaksanaan konsultasi; serta 6) evaluasi dan pelaporan. Poin-poin penting dalam pelaksanaan kegiatan konsultasi sesuai kontrak terdiri atas ketaatan pada kontrak, hak dan kewajiban, mutu pekerjaan, dokumentasi, pengendalian kontrak, perubahan kontrak, dan penyelesaian sengketa.

Kerja sama antara BAPETEN dan TSO eksternal dapat menggunakan satu atau kombinasi dari beberapa macam skema, misalnya membentuk TSO khusus untuk BAPETEN, skema kontrak swakelola dengan pihak swasta/BUMN/perguruan tinggi negeri/asosiasi, skema kerja sama dengan badan pengawas negara vendor, skema

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : viii dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

narasumber dengan pakar perorangan, skema penunjukan, skema kerja sama dengan institusi/lembaga/organisasi di luar negeri atau multilateral.

Dari hasil identifikasi potensi TSO di dalam negeri, diketahui beberapa hal berikut ini.

- a. Beberapa perguruan tinggi telah memiliki kompetensi teknis yang terkait dengan analisis keselamatan reaktor daya, tetapi belum secara komprehensif mencakup seluruh ruang lingkup yang diperlukan serta belum memiliki sarana perhitungan yang memadai;
- b. Jasa konsultan dalam negeri yang telah memiliki pengalaman reviu desain PLTN, khususnya di sisi *nuclear island*, belum tersedia;
- c. Kompetensi di beberapa bidang tertentu, misalnya PSA, belum tersedia secara memadai di dalam negeri;
- d. Kompetensi dan *analysis tools* untuk reviu desain *advanced reactor*, terutama yang berpendingin selain air seperti reaktor daya tipe MSR, masih perlu dikembangkan;
- e. Khusus untuk PLTN tipe terapung atau *floating* NPP, potensi nasional dalam hal reviu desain telah tersedia, baik dari perguruan tinggi maupun sektor swasta.

Dari hasil kegiatan ini dapat disimpulkan bahwa potensi nasional sebagai TSO reviu desain PLTN telah tersedia, tetapi masih perlu dibina, dikembangkan, serta didukung dengan sarana yang memadai. Kapabilitas teknis dan independensi merupakan beberapa kriteria penting dalam pemilihan TSO eksternal. Belajar dari pengalaman Turki dan berdasarkan hasil identifikasi potensi TSO dalam negeri, diperlukan adanya kombinasi kerja sama dengan beberapa institusi dan pakar perorangan sebagai TSO eksternal untuk keperluan reviu desain PLTN.

Berikut ini adalah beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat dirumuskan terkait penggunaan TSO eksternal oleh BAPETEN.

1. Untuk pengawasan PLTN pertama, BAPETEN dapat menggunakan TSO eksternal melalui skema kombinasi kerja sama dengan perguruan tinggi, badan pengawas negara vendor, BUMN, swasta, dan/atau tenaga ahli perorangan. Namun, untuk kebutuhan pengawasan PLTN kedua dan seterusnya,

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : ix dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- pembentukan TSO eksternal khusus untuk BAPETEN sangat diperlukan atau melalui pendayagunaan kapasitas TSO internal secara intensif;
2. Pemilihan TSO eksternal harus berdasarkan pada kriteria penerimaan sebagaimana diuraikan pada subbab 3.2. Selain itu, pemilihan/seleksi TSO sebaiknya melibatkan beberapa calon TSO dan menghindari seleksi tunggal untuk mencegah timbulnya KKN;
 3. BAPETEN harus mengetahui secara tepat jenis dan rincian dukungan teknis yang diperlukan dari TSO. Pemberian pekerjaan kepada TSO perlu menggunakan skala prioritas;
 4. Kompetensi SDM BAPETEN perlu dikelola dan ditingkatkan agar memenuhi kualifikasi sebagai *smart customer* sehingga penggunaan TSO benar-benar dapat memenuhi kebutuhan pengawasan secara optimal;
 5. BAPETEN perlu melakukan sosialisasi dan komunikasi dengan institusi maupun pakar perorangan yang berpotensi menjadi TSO eksternal dalam rangka membina dan mendorong terbentuknya TSO reviu desain PLTN dengan kapabilitas yang memadai;
 6. Identifikasi dan pemetaan kompetensi TSO, khususnya di dalam negeri, perlu dilanjutkan agar pemilihan TSO dapat tepat sasaran sesuai kompetensi yang dimiliki. Mekanisme identifikasi dan pemetaan kompetensi calon TSO perlu ditentukan secara sistematis dan efektif;
 7. BAPETEN perlu melakukan pembinaan dalam bentuk kerja sama dengan institusi calon TSO sebagai bagian dari penyusunan rekomendasi kebijakan.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : x dari x

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan tenaga nuklir sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (UUK) mencakup segala kegiatan yang berkaitan dengan tenaga nuklir yang meliputi penelitian, pengembangan, penambangan, pembuatan, produksi, pengangkutan, penyimpanan, pengalihan, ekspor, impor, penggunaan, dekomisioning, dan pengelolaan limbah radioaktif untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Pemanfaatan tenaga nuklir tersebut wajib memperhatikan keselamatan, keamanan, ketenteraman, dan kesehatan pekerja dan anggota masyarakat, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup.

Salah satu bentuk pemanfaatan tenaga nuklir adalah pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) sebagai sumber energi baru kelistrikan. Pembangunan dan pengoperasian PLTN mendukung komitmen Pemerintah dalam menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) untuk mencapai target *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060 atau lebih cepat. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) Tahun 2025-2045, Pemerintah telah menetapkan empat tahapan terkait pembangunan dan pengoperasian PLTN sebagai berikut.

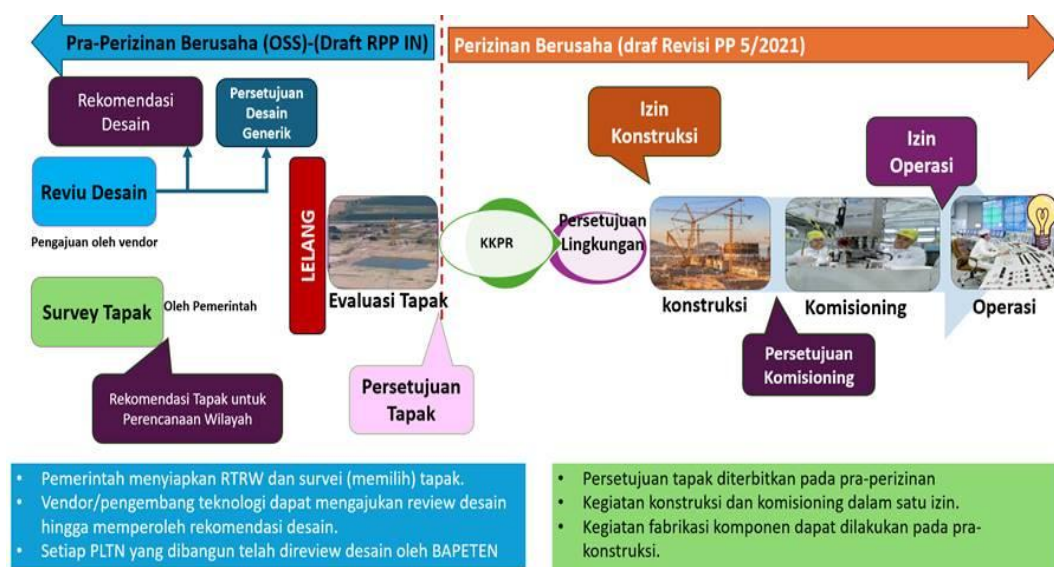
- a. Tahap 1 (2025-2029): penyiapan regulasi dan kelembagaan PLTN;
- b. Tahap 2 (2030-2034): komisioning dan operasi PLTN komersil pertama;
- c. Tahap 3 (2035-2039): ekspansi operasi PLTN komersil; dan
- d. Tahap 4 (2040-2045): ekspansi operasi PLTN komersil dan kemandirian teknologi PLTN.

Sesuai dengan peta jalan tersebut, saat ini BAPETEN berfokus pada upaya penyiapan dan penguatan sistem pengawasan PLTN yang mencakup peraturan, perizinan, dan inspeksi. Salah satu bentuk dari upaya tersebut adalah menyiapkan skema perizinan PLTN yang baru untuk mendukung semangat Pemerintah dalam meningkatkan kemudahan berusaha dan investasi melalui

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 1 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

penyederhanaan proses perizinan. Menurut skema perizinan baru yang dimuat dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 28 Tahun 2025, secara garis besar hanya terdiri atas dua tahap perizinan pada Sistem Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik (OSS), yaitu izin konstruksi dan izin operasi, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Skema baru perizinan PLTN

Selain izin konstruksi dan izin operasi, terdapat izin dekomisioning yang hanya berlaku untuk reaktor daya besar. Dalam skema perizinan yang baru tersebut, terdapat beberapa tahapan praperizinan yang terdiri atas beberapa kegiatan sebagai berikut.

- Kegiatan reviu desain dengan *output* berupa rekomendasi desain. Kegiatan ini bersifat tidak wajib;
- Kegiatan reviu desain dengan *output* berupa Persetujuan Desain Generik. Kegiatan ini bersifat wajib untuk PLTN yang akan dibangun di Indonesia;
- Kegiatan survei tapak dengan *output* berupa rekomendasi tapak untuk perencanaan wilayah;
- Kegiatan evaluasi tapak dengan *output* berupa persetujuan tapak.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 2 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Tahap praperizinan yang dimaksud dalam hal ini adalah tahapan pengawasan yang dilakukan sebelum perizinan OSS.

Kegiatan reviu desain generik yang dilakukan pada tahap praperizinan dimaksudkan untuk menghemat jangka waktu proses perizinan sehingga pada tahap perizinan, khususnya izin konstruksi, BAPETEN hanya mereviu desain rinci yang telah memperhitungkan aspek tapak. Kapabilitas BAPETEN dalam melakukan reviu desain PLTN harus disiapkan sebaik mungkin karena selain aspek keselamatan, keamanan, dan garda-aman (3S) ditentukan sejak tahap desain. Kapabilitas tersebut juga dituntut seiring dengan perkembangan inovasi teknologi reaktor yang melahirkan berbagai macam jenis reaktor maju (*advanced reactor*), seperti *Small Modular Reactor* (SMR) maupun reaktor berpendingin selain air (*non-LWR reactors*). Selain faktor kemajuan teknologi PLTN, belum adanya pengalaman Indonesia dalam membangun dan mengoperasikan PLTN juga menjadi tantangan pengawasan tersendiri bagi BAPETEN. Salah satu upaya peningkatan kapabilitas pengawasan dalam hal reviu desain adalah pemberdayaan *Technical Support Organization* (TSO) eksternal. Penggunaan TSO untuk membantu badan pengawas merupakan praktik umum yang berlaku secara internasional. Tantangan pengawasan PLTN yang dihadapi oleh Indonesia sebagai negara non-PLTN menyebabkan keterlibatan TSO mutlak diperlukan, termasuk oleh BAPETEN. Terkait hal tersebut maka pada tahun anggaran (TA) 2025 ini, P2STPIBN menyelenggarakan kegiatan Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan TSO Pralicensi Desain PLTN.

1.2 Tujuan

Tujuan kegiatan ini adalah untuk menyiapkan pembentukan TSO eksternal untuk mendukung BAPETEN dalam melakukan kegiatan reviu desain PLTN pada tahap praperizinan.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari kegiatan ini mencakup hal berikut.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 3 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

1. Studi tentang pengalaman/praktik TSO di negara lain, khususnya *embarking countries*;
2. Perumusan kriteria penerimaan atau kualifikasi untuk TSO eksternal;
3. Identifikasi pekerjaan yang berpotensi untuk dikerjakan oleh TSO;
4. Identifikasi skema kerja sama dan prosedur penggunaan TSO eksternal;
5. Identifikasi institusi/lembaga yang berpotensi sebagai TSO eksternal untuk kegiatan reviu desain PLTN.

1.4 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan kegiatan ini adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur; Langkah ini bertujuan untuk memperkaya informasi dan pengetahuan tim kegiatan terhadap permasalahan sehingga mampu menyusun rencana kerja awal dan mampu mengumpulkan data sekunder sebagai bahan penyusunan rekomendasi kebijakan;
2. Rapat koordinasi, baik secara internal dalam lingkup tim/unit kerja, maupun secara eksternal dengan unit kerja lain di BAPETEN dan/atau instansi di luar BAPETEN; Langkah ini dilakukan, antara lain untuk keperluan pemutakhiran rencana kerja, pembahasan bahan rekomendasi kebijakan, serta perumusan simpulan dan rekomendasi kebijakan;
3. Diskusi dengan narasumber terutama narasumber yang berasal dari institusi yang memiliki potensi sebagai TSO eksternal BAPETEN;
4. Pengambilan data lapangan dalam rangka identifikasi potensi dalam negeri dalam hal reviu desain PLTN;
5. Penyusunan Laporan Rekomendasi Kebijakan (LRK); Tahap ini merupakan tahapan terakhir kegiatan, yaitu menyusun laporan kegiatan, diseminasi dan menjangkau masukan, serta perbaikan dan finalisasi LRK.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan ini terdiri atas empat bab sebagai berikut.

1. Bab I Pendahuluan

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 4 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, ruang lingkup, dan metodologi kegiatan, serta sistematika penulisan laporan.

2. Bab II Studi Literatur

Bab ini menguraikan praktik TSO di beberapa negara lain, seperti Turki, Jerman, Swedia, dan Perancis.

3. Bab III Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hal berikut.

- a. Rumusan kriteria yang dapat digunakan oleh BAPETEN dalam menentukan institusi/lembaga/organisasi yang akan menjadi TSO eksternal;
- b. Identifikasi jenis-jenis pekerjaan yang berpotensi untuk dikerjakan oleh TSO eksternal BAPETEN;
- c. Hasil identifikasi institusi/lembaga/organisasi di dalam negeri yang memiliki potensi sebagai TSO eksternal untuk kegiatan reviu desain generik PLTN. Identifikasi dilakukan melalui penelusuran informasi dari narasumber, baik secara daring maupun luring, serta melalui pengambilan data langsung di lapangan;
- d. Identifikasi skema kerja sama dan prosedur penggunaan TSO eksternal.

4. Bab IV Simpulan dan Rekomendasi Kebijakan

Pada Bab IV yang merupakan bab penutup akan disampaikan tentang simpulan isi laporan dan rekomendasi kebijakan bagi seluruh pemangku kepentingan di BAPETEN dan di luar BAPETEN.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 5 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

BAB II

STUDI LITERATUR

Pada Bab II ini akan diuraikan tentang praktik penggunaan TSO eksternal oleh badan pengawas di beberapa negara, yaitu di Turki, Jerman, Swedia, dan Perancis. Dengan mengetahui penerapan TSO eksternal di negara lain, dapat diketahui macam-macam skema atau model penggunaan TSO eksternal.

A. TSO di Turki

Pengembangan sistem regulasi di Turki dimulai pada tahun 1956 dengan pendirian Komisi Energi Atom (*Atomic Energy Commission*). Pada tahun 1957, Turki resmi menjadi negara anggota IAEA. Selain keanggotaan IAEA, pada tahun tersebut dua reaktor riset di Turki juga diresmikan. Selanjutnya pada tahun 1976, izin tapak Akkuyu dikeluarkan. Adapun badan pengawas, yaitu *Turkish Atomic Energy Authority* (TAEK), baru berdiri pada tahun 1982 yang sekaligus juga mengemban fungsi litbang. Pada tahun 2018, IAEA menyarankan agar badan pengawas nuklir yang independen dibentuk sehingga akhirnya dibentuklah *Nuclear Regulatory Authority* (NDK) berdasarkan *Statutory Decree Law No. 702*. Berdasarkan regulasi tersebut, TSO eksternal yang bernama NUTED juga dibentuk. Dasar hukum pembentukan NDK dan NUTED diperbarui pada tahun 2022 berdasarkan *Nuclear Regulatory Law No. 7381* tertanggal 5 Maret 2022. NDK dan NUTED berada dalam koordinasi *General Directorate of Nuclear Energy and International Project*. NDK masih dapat meminta dukungan dari organisasi lain selain NUTED jika memang diperlukan. Selain PLTN Akkuyu dan reaktor riset, pemegang izin di Turki juga meliputi PLTN Sinop dan PLTN Igneada. Adapun reaktor riset di Turki dikelola oleh *Turkish Energy, Nuclear and Mineral Research Agency* (TENMAK) dan *Istanbul Technical University* (ITU). Selain itu, terdapat lebih dari 50 ribu sumber radiasi tertutup yang juga diawasi di Turki.

Adapun riwayat perizinan dan pembangunan PLTN Akkuyu dapat dirangkum sebagai berikut.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 6 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Tahun 2010: penandatanganan *Intergovernmental Agreement* (IGA) antara Turki dan Rusia untuk membangun dan mengoperasikan PLTN Akkuyu

Tahun 2011: izin tapak diterbitkan oleh TAEK

Tahun 2013: pemutakhiran laporan tapak (*Basic Site Report*) PLTN Akkuyu.

Tahun 2014: *Environmental Impact Assessment Report* (EIAR) diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan dan Urbanisasi

Tahun 2017: permohonan izin konstruksi unit I Akkuyu dan *Limited Work Permit* unit I Akkuyu diterbitkan

Tahun 2018: izin konstruksi unit I terbit dan peletakan batu pertama unit I

Tahun 2019: izin konstruksi unit II terbit dan pemasangan *core catcher* di unit I.

Tahun 2020: izin konstruksi unit III terbit, peletakan batu pertama unit II, dan pemasangan *core catcher* di unit II.

Tahun 2021: izin konstruksi unit IV terbit, peletakan batu pertama unit III, dan pemasangan *Reactor Pressure Vessel* (RPV) di unit I

Tahun 2022: penyelesaian pemasangan pipa pendingin di unit I, pemasangan *core catcher* di unit III, peletakan batu pertama unit IV, pemasangan RPV di unit II, dan penyelesaian pemasangan *inner containment dome* di unit I

Tahun 2023: pengantaran bahan bakar segar untuk unit I.

Tahun 2024: komisioning unit I dimulai.

Sebelum NUTED berdiri, TAEK telah memiliki pengalaman dalam menggunakan konsultan, baik dari universitas maupun organisasi riset di Turki, dalam berbagai proyek. Penggunaan konsultan ini dianggap lebih fleksibel, cepat, dan mudah diimplementasikan serta mudah dipertanggungjawabkan. Penggunaan konsultan dari universitas nasional dilakukan khususnya selama studi tapak. Setelah NDK berdiri, penggunaan konsultan dari universitas terus dilanjutkan untuk mendukung pengawasan proyek PLTN Akkuyu dan Sinop. Gambar 2.1 berisi contoh kepakaran konsultan perorangan yang digunakan oleh badan pengawas untuk proyek PLTN Akkuyu dan Sinop.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 7 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Name	Institution	Speciality
Prof. Dr. Kemal Önder Çetin	Middle East Technical University, Ankara	Geotechnics and Earthquake
Prof. Dr. Nuretdin Kaymakçı	Middle East Technical University, Ankara	Geology
Prof. Dr. Selahattin Incecik	Istanbul Technical University, Istanbul	Meteorology
Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi	Hacettepe University, Ankara	Hydrology, Hydrogeology
Prof. Dr. Zeynep Gülerce	Middle East Technical University, Ankara	Seismology
Prof. Dr. Yalın Arıcı	Middle East Technical University, Ankara	Structural design
Prof. Dr. Bora Yıldırım	Hacettepe University, Ankara	Strength Analysis
Prof. Dr. Üner Çolak	Istanbul Technical University, Istanbul	Nuclear Materials
Dr. Ali Tanrikut	TENMAK	Accident Analysis
Andrei Rodionov	IRSN (via NÜTED)	PSA
Yalçın Bulut – Barış Ünal	MATRISeb (via NÜTED)	Seismic PSA

Gambar 2.1 Contoh daftar konsultan perorangan bagi badan pengawas di Turki

Sehubungan dengan belum adanya pengalaman TAEK dalam perizinan PLTN maka diperlukan peningkatan kompetensi dalam bentuk program pelatihan, pengembangan prosedur perizinan, dan penggunaan TSO untuk kegiatan reviu dan penilaian. Selama proses perizinan PLTN Akkuyu, TAEK menggunakan TSO dari Republik Ceko, yaitu UJV Rez a.s. pada rentang waktu tahun 2014--2019 untuk mendukung pelaksanaan reviu dan penilaian dokumen permohonan izin konstruksi Unit I PLTN Akkuyu, termasuk PSAR (*Preliminary Safety Analysis Report*) dan dokumen pendukung lainnya. Contoh daftar kegiatan yang termasuk dalam kontrak dengan UJV Rez a.s. dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan 2.3.

Subject	Start	Finish
General Technical Support and Review and Assessment Services for Licensing of Akkuyu NPP Unit 1 (License application was not made for Akkuyu NPP Unit 1 during tender period. WP 4,5,6,7 and 8 could not be performed)	02.09.2014	28.03.2017
WP 1- Technical support during licensing activities	20.10.2014	27.02.2017
WP 2- Review of licensing basis and developing acceptance criteria including post Fukushima issues	20.10.2014	19.10.2015
WP 3- Training Services for TAEK staff	20.10.2014	28.03.2017
WP 4- Completeness review of application	✕	✕
WP 5- Review and assessment in the context of Limited Work Permit	✕	✕
WP 6- Review and assessment in the context of Construction License	✕	✕
WP 7- Specific detailed studies on the design of Akkuyu NPP	✕	✕
WP 8- Review and assessment of differences from the reference plant	✕	✕
✕ WP could not be initiated due to delayed application		

Gambar 2.2 Daftar dukungan teknis eksternal pada perizinan PLTN Akkuyu I (tahun 2014--2017)

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 8 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Subject	Start	Finish
Technical Consultancy Services for Review and Assessment of Construction License Application of Akkuyu NPP	10.03.2017	?
WP1: Control of Application for Sufficiency	10.03.2017	31.05.2017
WP2: Review and Assessment within the scope of Limited Work Permit	24.04.2017	15.10.2017
WP3: Review and Assessment within the scope of Construction License	24.04.2017	12.02.2018
WP4: Verification Calculations	24.04.2017	12.02.2018
WP 4 a) Dynamic Analysis of ANS Containment and Seismic Class 1 Systems	24.04.2017	12.02.2018
WP 4 b) Dynamic Analyses of Aircraft Crash	24.04.2017	12.02.2018
WP 4 c) Reactivity Worth of Control Rods	24.04.2017	12.02.2018
WP 4 d) Analysis of Passive Heat Removal System	24.04.2017	12.02.2018
WP 4 e) Stability and Structural Integrity Analysis	24.04.2017	12.02.2018
WP 4 f) Neutronic and Thermohydraulic Models	24.04.2017	12.02.2018
WP 5: R&A Software and Databases	10.03.2017	08.06.2017
Ammended WP- Akkuyu NPP Unit 1 Level 2 PSA		

Gambar 2.3 Daftar dukungan teknis eksternal pada perizinan PLTN Akkuyu I
(tahun 2017--2019)

Pada tahun 2019--2023, NDK menggunakan TUV SUD sebagai TSO untuk mendukung kegiatan reviu dan penilaian selama proses perizinan PLTN Akkuyu Unit II sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.4.

	Start	Finish
Review and Assessment, Accident Analyses and PSA Modelling for licensing of Akkuyu NPP Unit 2	25.04.2019	30.06.2023
WP 1- Review and assessment of selected chapters of PSAR		
WP 2- Development of computer code models for deterministic analyses		
WP 3- Development of computer code models for PSA		
WP 4- Technical support and consultation services for the issues arisen during review and assessment of Akkuyu NPP Unit 2		

Gambar 2.4 Daftar dukungan teknis eksternal pada perizinan PLTN Akkuyu II

NDK juga mengadakan kontrak dengan *Turkish Standards Institute* (TSE) untuk dukungan inspeksi selama tahun 2018--2021 (lihat Gambar 2.5).

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 9 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

	Start	Finish
Technical support for inspection of Akkuyu NPP manufacturing process	2018	2021
WP 1- Preparation of Inspection Sets and Related Documentation		
WP 2- Training - Preparation and implementation of Training Programme - Training on Codes and Standards - Training on Mechanical Equipment Inspection - Training on Pressure Equipment Inspection - Training on Electrical Equipment Inspection - Training on Nuclear Quality Management Systems (ISO 19443, NQA-1, NSQ-100) - Basic Inspector Training		
WP 3- Project Management		
WP 4- Technical support for Regulatory Supervision during Manufacturing		

Gambar 2.5 Daftar dukungan teknis eksternal untuk kegiatan inspeksi

Selain itu, masih terdapat beberapa TSO lain yang diberdayakan oleh NDK dalam proses perizinan PLTN Akkuyu sebagai berikut.

- a. MATRIseb (2018): interaksi seismik tanah-struktur;
- b. NUTED (2021): pelatihan komisioning;
- c. A.N.T. International (2022--2023): pelatihan dan konsultasi secara *remote*;
- d. NUTED (2022): Dukungan reviu dan penilaian Program Proteksi Kebakaran PLTN Akkuyu; dan
- e. NUTED (2023): Dukungan reviu dan penilaian dokumen komisioning.

Selain itu, dalam rangka peningkatan infrastruktur pengawasan dan peningkatan kompetensi SDM, Turki juga memanfaatkan kerja sama internasional, antara lain:

1. EU PROJECT TR 13 IPA NS 01 16 R
Pelaksana kegiatan: TÜV SÜD
Anggaran: EUR 1.500.000
Durasi: 21 bulan (2017-2019)
Materi:
 - a. Harmonisasi peraturan perundang-undangan keselamatan dan keamanan nuklir dengan ketentuan EU, yaitu analisis celah peraturan, dan menyusun empat peraturan baru;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 10 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- b. Pengembangan prosedur reviu dan penilaian perizinan, yaitu meninjau pedoman reviu dan penilaian LAK serta menyusun delapan pedoman baru;
- c. Peningkatan kapabilitas inspeksi, yaitu meninjau dokumen-dokumen inspeksi yang ada dan menyusun empat pedoman inspeksi yang baru;
- d. Manajemen SDM, yaitu menyusun manual sistem manajemen SDM dan program pelatihan generik untuk pegawai baru.

2. EU PROJECT TR3.01/16

Pelaksana kegiatan: Risk Audit (IRSN dan GRS)

Anggaran: EUR 2.500.000

Durasi: 51 bulan

Materi:

- a. Peningkatan kapabilitas dalam mengkaji analisis keselamatan deterministik dan probabilistik:
 - 1) Lima pelatihan: kajian keselamatan instalasi nuklir, reviu desain sistem keselamatan, kajian bahaya internal dan eksternal, analisis kecelakaan, serta PSA level 1 dan 2;
 - 2) Empat pelatihan komputer: perhitungan neutronik dan fisika reaktor, analisis termohidrolik, analisis kecelakaan parah, dan PSA;
 - 3) OJT penilaian keselamatan; dan
 - 4) *On-site support* (6 OB di TAEK).
- b. Peningkatan kapabilitas inspeksi manufaktur dan konstruksi:
 - 1) Satu *workshop*;
 - 2) Tiga pelatihan: pembekalan teknis instruksi konstruksi PLTN dan manufaktur komponen, pegujian las-lasan (destruktif dan non-destruktif), inspeksi reaktor VVER;
 - 3) Delapan OJT di Perancis, Swedia, dan Inggris;
 - 4) Observasi 12 inspeksi NDK; dan
 - 5) Tujuh misi *on-site support*.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 11 dari 62

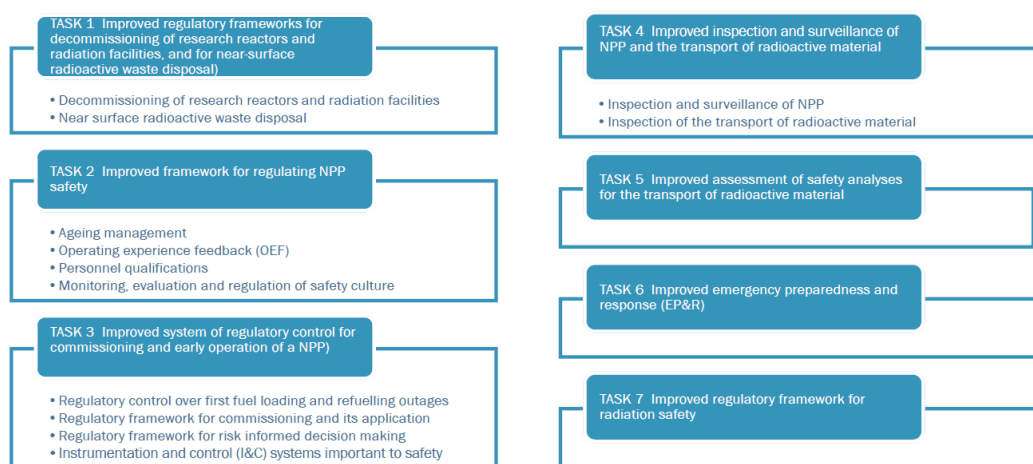
	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

c. Peningkatan sistem manajemen badan pengawas:

- 1) Dua pelatihan;
- 2) Tiga OJT di Bulgaria, Swedia, dan Perancis; dan
- 3) *On-site support mission*.

d. Finalisasi dan diseminasi hasil proyek.

3. Kerja sama dengan EU (TK3.01/22) dengan materi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kerja sama Turki dan EU untuk peningkatan keselamatan nuklir

NUTED merupakan suatu *joint stock company* yang tunduk pada ketentuan *private law* dan *Turkish Commercial Code*. NUTED mendapat pengecualian dalam beberapa peraturan, seperti peraturan terkait *public personnel regime* dan peraturan tentang proses pengadaan publik. NUTED dapat memberikan layanan pada pihak ketiga asal mendapat persetujuan dari NDK. NUTED juga dapat mendirikan perusahaan di luar negeri, melakukan kemitraan, mengambil alih saham perusahaan lain, dll.

Tugas utama NUTED adalah memberikan dukungan teknis dan ilmiah pada NDK dalam menjalankan fungsi pengawasan ketenganukliran, serta mempertahankan level kompetensi dan sarana/peralatan terkini yang diperlukan. Meski ditetapkan dengan undang-undang, tetapi NUTED tidak memiliki tanggung jawab dalam sistem regulasi. Organisasi tersebut dapat memberikan dukungan

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 12 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

kepada NDK jika diminta. Undang-undang yang menetapkan NDK dan NUTED mengharuskan investasi modal untuk pendirian NUTED hanya disediakan oleh NDK. Semua saham di NUTED dimiliki oleh NDK walaupun peraturan mensyaratkan saham yang dimiliki NDK minimal hanya 51%. Meskipun merupakan perusahaan publik, perusahaan ini dapat bertindak dengan fleksibilitas seperti perusahaan swasta dengan pengecualian yang ditetapkan dalam undang-undang yang mengatur pendirian NUTED dan NDK. Garis waktu pendirian NUTED dan pengembangannya diilustrasikan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tahapan pengembangan NUTED

Setelah didirikan pada tahun 2018, diperlukan waktu beberapa tahun untuk menetapkan kerangka umum kontrak kerja sama antara NDK dan NUTED dengan kontrak pertama ditandatangani pada tahun 2020 untuk dukungan teknis inspeksi aplikasi radiasi. Pada tahap pengembangan kapasitas, yaitu sejak tahun 2021, kontrak dukungan teknis terus bertambah dalam hal:

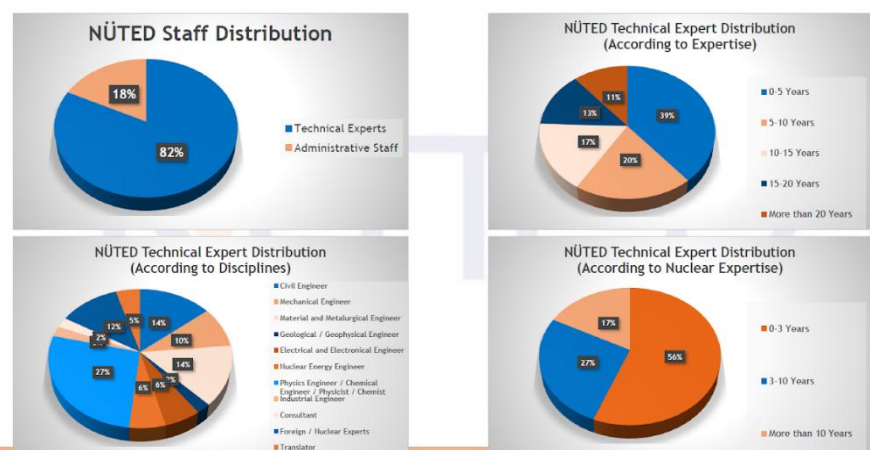
- a. inspeksi, konstruksi, dan manufaktur fasilitas nuklir (tahun 2021);
- b. PSA dan aspek kegempaan (tahun 2022); dan
- c. penilaian izin komisioning (tahun 2022).

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 13 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Selain bekerja di Turki, NUTED juga menyediakan inspektur tetap di luar negeri. Pada tahun 2022, NUTED juga memperoleh sertifikasi ISO 9001 dan 7020. NUTED juga merupakan anggota aktif forum TSO IAEA.

Dalam kurun waktu sekitar dua tahun sejak kontrak pertama diperoleh, NUTED telah berkembang hingga mempekerjakan sekitar 100 personel (80%-nya adalah pakar teknis dengan berbagai keahlian) dan diharapkan akan meningkat menjadi sekitar 150 orang pada tahun 2025. Hal ini untuk mengantisipasi pengoperasian dari keempat unit PLTN Akkuyu tipe VVER 1200 dengan kapasitas total 4800 MW yang saat ini sedang dibangun. Tapak Akkuyu merupakan lokasi konstruksi nuklir terbesar di dunia dengan mempekerjakan lebih dari 20 ribu pekerja dan lebih dari 400 perusahaan yang terlibat. Distribusi personel NUTED berdasarkan beberapa faktor dapat dilihat pada Gambar 2.8.

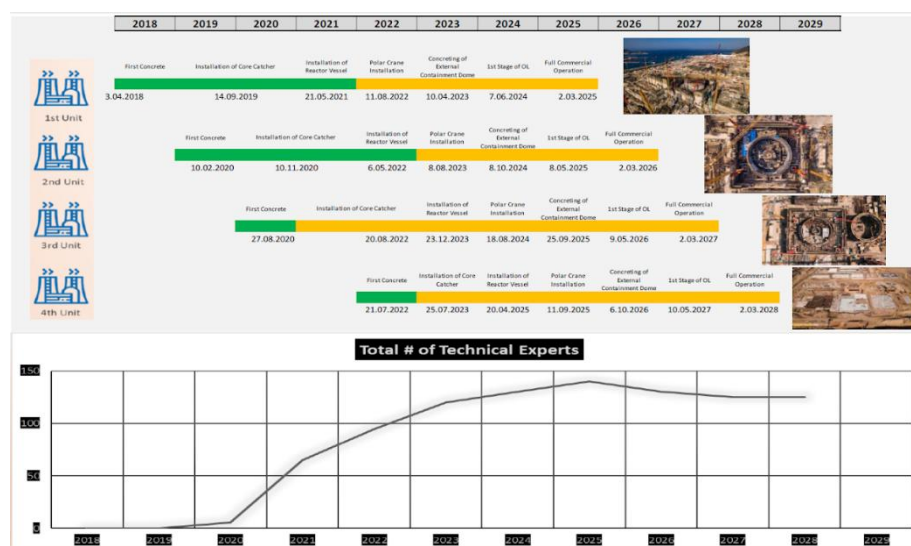


Gambar 2.8 Distribusi personel NUTED

Perencanaan jumlah pakar teknis yang dialokasikan NUTED untuk setiap tahapan pembangunan PLTN Akkuyu unit I-IV ditampilkan pada Gambar 2.9.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 14 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN



Gambar 2.9 Perencanaan jumlah pakar NUTED pada proyek PLTN Akkuyu

Secara garis besar, terdapat tiga kelompok layanan yang disediakan oleh NUTED sebagai berikut.

1. Inspeksi;
2. Perizinan, analisis, reviu dan penilaian keselamatan; serta
3. Pelatihan dan konsultasi.

Berikut ini adalah uraian rinci dari bentuk-bentuk layanan yang telah diberikan oleh NUTED dalam pembangunan PLTN Akkuyu.

1. Inspeksi/surveilan:
 - a. Surveilans tapak;
 - b. Inspeksi manufaktur peralatan PLTN;
 - c. Inspeksi tindak lanjut pasca persetujuan manufaktur peralatan PLTN;
 - d. Inspeksi konstruksi;
 - e. Inspeksi komisioning; dan
 - f. Audit keselamatan radiasi.
2. Perizinan, analisis, reviu dan penilaian keselamatan:
 - a. Reviu dan penilaian permohonan komisioning PLTN;
 - b. PSA level 1 dan 2;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 15 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- c. PSA untuk kegempaan;
 - d. Penilaian Laporan Analisis Keselamatan (LAK); dan
 - e. Penilaian manajemen penuaan PLTN, perawatan dan perbaikan peralatan, serta dokumen-dokumen kualifikasi.
3. Pelatihan dan konsultasi, persetujuan, dan sertifikasi:
- a. Pelatihan penilaian izin komisioning PLTN;
 - b. Dukungan teknis untuk proses perizinan operator PLTN;
 - c. Konsultasi simulasi sistem kelistrikan PLTN;
 - d. Pelatihan untuk pengembangan SDM;
 - e. Persetujuan vendor komponen nuklir;
 - f. Kualifikasi personel;
 - g. Pelatihan inspektur;
 - h. Pelatihan dasar keselamatan nuklir; dan
 - i. Pelatihan budaya keselamatan nuklir.

Inspeksi keselamatan di PLTN Akkuyu dilakukan oleh NDK dan NUTED dengan dukungan pula dari organisasi tambahan, misalnya:

1. Assystem sebagai inspektur pekerjaan sipil;
2. Federal State Unitary Enterprise VO “Safety” dari Rusia; dan
3. Türk Loydu untuk inspeksi Struktur, Sistem, dan Komponen (SSK) kelas 4.

Dalam rencana mendatang, NUTED akan mendukung aktivitas inspeksi NDK dan proses perizinan untuk tahap komisioning dan tahap operasi. NUTED juga akan menyediakan dukungan teknis dan tenaga kerja untuk *Emergency Case Coordination Center* yang disyaratkan setelah komisioning dilakukan. Selain itu, NUTED berencana untuk memberikan dukungan pada badan pengawas atau pihak operator PLTN dalam hal review dan penilaian serta *oversight* untuk seluruh fase hidup PLTN pada proyek PLTN di Mesir, Uzbekistan, dan Hongaria. NUTED juga akan mendukung penyediaan infrastruktur PLTN bagi negara-negara pendatang baru. Untuk itu, pengembangan keahlian

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 16 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

yang berkelanjutan diperlukan untuk memastikan kemampuan dan kapasitas yang diperlukan tersedia sesuai kebutuhan. Pada saat pendiriannya, NUTED tidak memiliki pengalaman dalam hal konstruksi, komisioning, dan pengoperasian PLTN, tetapi terdapat beberapa pengalaman dan pengetahuan regulasi yang diwarisi dari kegiatan operasional dan regulasi reaktor dan sumber radiasi pada era TAEK. Secara umum keahlian konstruksi dari proyek konstruksi konvensional dan proyek sipil besar lainnya di Turki dan luar negeri telah tersedia. Dengan sumber daya yang ada, beberapa pengalaman regulasi juga diwarisi dari NDK, baik dalam hal pelatihan maupun personel), tetapi ini terkait dengan bidang non-nuklir sehingga perlu untuk mengembangkan keterampilan lebih lanjut. Para ahli yang direkrut (dalam bidang sipil, mekanik, instrumentasi dan kendali, manajemen proyek, dll.) dari proyek-proyek industri besar di bidang konvensional termotivasi untuk bekerja di bidang nuklir. Tim-tim yang terdiri atas para ahli NDK dan para ahli teknis NUTED dibentuk untuk berbagi pengalaman dan mengembangkan pengetahuan regulasi dan nuklir. Personel regulasi juga dilatih pada aspek-aspek pekerjaan yang lebih teknis. Kebutuhan listrik di Turki terus meningkat sehingga perlu diantisipasi bahwa lokasi untuk PLTN kedua dan ketiga akan disetujui dalam waktu dekat. Pembangunan fasilitas limbah radioaktif (LRA) baru juga diperlukan. Sejalan dengan perkembangan ini, kapasitas dan kapabilitas NDK dan NUTED diharapkan meningkat pesat seiring dengan pengalaman yang diperoleh dari kegiatan saat ini.

NUTED bekerja sama erat dengan para pakar internasional, termasuk dari berbagai organisasi seperti IRSN dari Perancis. Aktivitas penelitian tidak dilakukan saat ini karena sudah ada organisasi lain yang mengemban fungsi ini. Namun, ada kemungkinan NUTED mengambil peran penelitian yang lebih besar di masa mendatang jika diperlukan. Pada tahap awal pengembangan, NUTED mempekerjakan sekitar 10 hingga 20 personel dengan investasi modal yang disediakan oleh NDK, tetapi keahlian lebih lanjut diperlukan. Untuk mendukung perekrutan personel tambahan, pengaturan internal dibuat antara NUTED dan NDK.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 17 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

B. TSO di Jerman

Institusi yang menjadi TSO ketenaganukliran bagi Pemerintah Federal Jerman adalah GRS (*Gesellschaft fur Anlagen und Reaktorsicherheit*) yang berdiri tahun 1977. Institusi ini bersifat non-profit, *non-governmental*, serta independen. Bidang kepakaran dan penelitian yang dilakukan GRS meliputi keselamatan nuklir, proteksi radiasi dan lingkungan, serta manajemen limbah nuklir. Keunggulan utama dari GRS adalah *link* yang konsisten antara analisis keselamatan dengan kegiatan litbang.

Secara garis besar, tugas dan fungsi GRS terdiri atas:

1. Melakukan penelitian:
 - a. Menyediakan tools yang independen dan canggih untuk analisis keselamatan reaktor dan penyimpanan limbah; dan
 - b. Melakukan investigasi in-situ dan eksperimen laboratorium.
2. Menyediakan kepakaran
 - a. Memberikan dukungan kepada kementerian federal dalam menjawab pertanyaan tentang keselamatan nuklir;
 - b. Menyusun peraturan;
 - c. Mengoperasikan pusat kedaruratan;
 - d. Pengembangan metode penilaian;
 - e. Pengembangan lebih lanjut peraturan keselamatan nuklir; dan
 - f. Memberikan dukungan dalam kerja sama internasional dan partisipasi dalam kelompok pakar.

Jumlah staf GRS saat ini sekitar 400 orang dengan 320 orang merupakan pakar teknis dan keilmuan dalam berbagai bidang (keteknikan, fisika, kimia, geologi, hidrologi, meteorologi, dll.). Pembiayaan GRS berasal dari Pemerintah Federal dan dari berbagai kontrak internasional. Pegawai baru diberlakukan kontrak selama satu tahun dan selanjutnya beralih ke kontrak permanen. GRS juga telah memiliki banyak sertifikasi, antara lain *integrated management system*, ISO 9001 (*quality management system*), ISO 27001 (*information safety*), dan ISO 17025 (*accreditation laboratory–geochemical*).

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 18 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

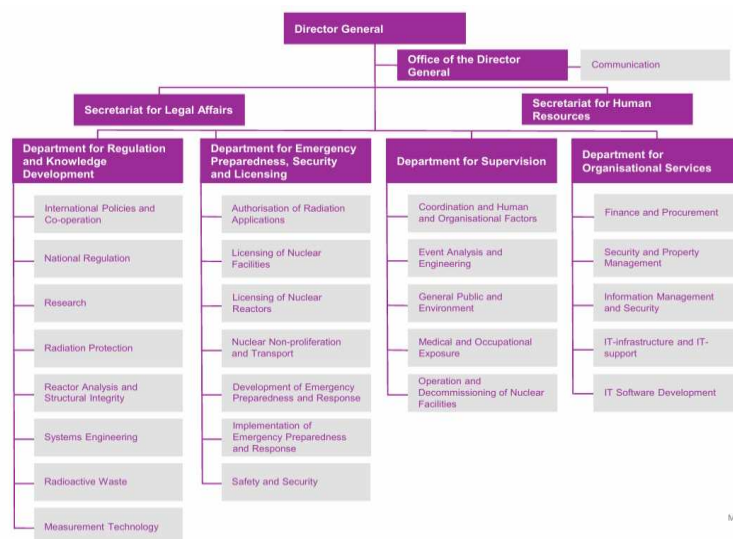
GRS tidak memberikan dukungan dalam hal inspeksi. Tanggung jawab inspeksi dipegang oleh *Technical Inspection Agencies* yang bekerja untuk pemerintah. GRS memiliki kerja sama informasi yang cukup baik dengan *Technical Inspection Agencies*. GRS dapat bekerja sama pula dengan operator PLTN di negara lain setelah mendapat persetujuan dari pemerintah federal, misalnya dengan NAGRA, yaitu organisasi yang bertanggung jawab dalam hal pembuangan LRA di Switzerland. GRS juga bekerja sama dengan universitas dalam melakukan penelitian maupun untuk memberikan materi pendidikan. Adapun kerja sama internasional yang dilakukan, misalnya dengan ETSON, NEA-OECD, dan IAEA. Tujuan dari ETSON adalah untuk mengembangkan pendekatan umum untuk penilaian keselamatan nuklir dan berbagi pengetahuan dan pengalaman teknis/ilmiah antar TSO.

C. TSO di Swedia

Di Swedia, belum tersedia TSO eksternal yang khusus mendukung tugas dan fungsi *Swedish Radiation Safety Authority* (SSM) selaku badan pengawas ketenaganukliran. SSM memiliki unit kerja yang berfungsi sebagai TSO internal. Untuk mendukung TSO internal, SSM menjalin kerja sama dengan banyak pihak, baik nasional maupun internasional. Pada level nasional, SSM bekerja sama dengan universitas dan organisasi riset lainnya. Adapun pada level internasional, SSM memperoleh dukungan teknis pengawasan dari EURATOM, NEA-OECD, dan negara-negara Nordic. Saat ini terdapat 6 PLTN generasi II yang sedang beroperasi di Swedia. Jumlah pengawai teknis di SSM sekitar 350 orang dengan beragam kompetensi. Struktur organisasi SSM dapat dilihat pada Gambar 2.10.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 19 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN



Gambar 2.10 Struktur organisasi *Swedish Radiation Safety Authority*

D. TSO di Perancis

Berdasarkan *Law No. 2024-450 on the organisation of the governance of nuclear safety and radiation protection to meet the challenge of reviving the nuclear industry* tertanggal 21 Mei 2024, badan pengawas ketenaganukliran di Perancis, yaitu *Autorité de sûreté nucléaire* (ASN) dan *Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire* (IRSN) yang semula menjadi TSO eksternal, dilebur menjadi satu organisasi, yaitu *Nuclear Safety and Radiation Protection Authority* (ASNR), dan beroperasi mulai 1 Januari 2025. Penggabungan ini dimaksudkan agar terdapat *link* yang baik antara kegiatan penelitian dengan kebutuhan badan pengawas. Dengan demikian, ASNR saat ini mengemban dua tugas utama, yaitu melakukan pengawasan terhadap semua kegiatan sipil terkait ketenaganukliran di Perancis dan juga melaksanakan kegiatan penelitian, penilaian pakar, pelatihan, dan informasi publik di bidang keselamatan nuklir dan proteksi radiasi. Jumlah pegawai ASNR mencapai lebih dari 2000 orang.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 20 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab III ini akan dibahas hal-hal penting terkait penggunaan TSO eksternal oleh badan pengawas dengan tujuan agar badan pengawas dapat menjadi *smart customer* dari layanan yang diberikan oleh TSO eksternal. Hal-hal penting tersebut, antara lain:

- a. Badan pengawas harus mengetahui dan memahami pekerjaan yang akan diberikan kepada TSO;
- b. Badan pengawas harus memiliki kriteria penerimaan dalam memilih dan menentukan TSO eksternal yang akan digunakan; dan
- c. Badan pengawas harus mengetahui prosedur atau mekanisme kerja sama dengan TSO, baik dalam penyusunan, pelaksanaan, dan pemantauan kontrak kerja sama.

Uraian pada bab ini didukung dari hasil studi literatur serta hasil diskusi dengan para narasumber dan pemangku kepentingan.

3.1 Identifikasi Pekerjaan TSO

Kebutuhan akan TSO untuk pengawasan PLTN di Indonesia sangat penting untuk memastikan keselamatan dan keandalan operasional PLTN. TSO bertugas memberikan dukungan teknis dan ilmiah kepada badan pengawas (BAPETEN) dalam menjalankan fungsi pengawasannya. Secara garis besar, terdapat empat kelompok layanan yang dapat disediakan oleh TSO eksternal bagi BAPETEN, yaitu:

1. Pekerjaan Pra-Proyek

Dukungan pekerjaan praprojek dapat berupa misalnya kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS), pendampingan tata ruang, dan survei tapak.

2. Inspeksi

Dukungan inspeksi diperlukan pada kegiatan misalnya:

- a. survei tapak;
- b. inspeksi manufaktur SSK PLTN; dan

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 21 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

c. inspeksi *on-site* tahap konstruksi, komisioning, operasi, modifikasi/*replacement*, dan dekomisioning.

3. Perizinan dan reuiu desain

Proses perizinan ketenaganukliran di Indonesia mencakup, baik proses untuk mendapatkan izin melalui sistem OSS maupun proses untuk mendapatkan persetujuan melalui sistem BALIS. Dukungan teknis yang diperlukan badan pengawas selama proses perizinan adalah dalam hal evaluasi dokumen persyaratan perizinan/persetujuan. Berikut ini adalah contoh dokumen perizinan yang harus dievaluasi pada tahap permohonan izin konstruksi.

- a. Program konstruksi yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai keselamatan konstruksi instalasi nuklir;
- b. Persetujuan desain;
- c. Desain rinci reaktor nuklir;
- d. LAK yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai penyusunan LAK reaktor daya;
- e. Dokumen batasan dan kondisi operasi (BKO) yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai BKO dan prosedur operasi reaktor daya;
- f. Program proteksi dan keselamatan radiasi yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir;
- g. Program manajemen penuaan yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai manajemen penuaan reaktor daya;
- h. Program perawatan yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai perawatan reaktor daya;
- i. Program dekomisioning yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai dekomisioning reaktor nuklir;
- j. Dokumen rencana proteksi fisik yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai sistem proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir;
- k. Dokumen sistem garda-aman mengacu pada Peraturan Badan mengenai garda-aman (*safeguards*);
- l. Dokumen sistem manajemen yang mengacu pada Peraturan Badan

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 22 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

mengenai sistem manajemen fasilitas dan kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir;

- m. Program kesiapsiagaan nuklir yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir;
- n. Daftar informasi desain yang mengacu pada Peraturan Badan mengenai penyusunan daftar informasi desain; dan
- o. Jaminan finansial pelaksanaan konstruksi.

Tugas utama yang diemban oleh badan pengawas selama kegiatan perizinan adalah melakukan penilaian keselamatan untuk memastikan terpenuhinya aspek keselamatan selama proses pemabngunan dan pengoperasian PLTN. Selain aspek keselamatan, badan pengawas juga harus memastikan terpenuhi aspek keamanan dan garda-aman.

Reviu desain juga merupakan bagian dari kegiatan pengawasan yang dilakukan, baik pada tahap praperizinan OSS maupun tahap perizinan. Reviu desain yang dilaksanakan tahap praperizinan OSS dilakukan dalam rangka mengevaluasi permohonan rekomendasi desain dan/atau permohonan persetujuan desain. Desain PLTN yang direviu dalam rangka permohonan persetujuan desain harus berada pada level *basic design* dan dapat berupa desain generik (*non-site specific*). Adapun reviu desain pada tahap perizinan dilakukan pada tahap permohonan izin konstruksi, yaitu mereviu desain rinci (*detailed design*), terutama yang bersifat *site-specific*.

Pada permohonan persetujuan desain, terdapat beberapa dokumen yang disyaratkan yaitu:

- a. LAK;
- b. dokumen proteksi fisik dan dokumen garda-aman; dan
- c. dokumen teknis terkait desain.

Berdasarkan ruang lingkup isi LAK, dukungan teknis dari TSO eksternal dalam kegiatan reviu desain PLTN dapat mencakup hal-hal sebagai berikut.

- 1) Analisis hasil evaluasi tapak (generik/spesifik):

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 23 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- a. Pengaruh bahaya eksternal (meliputi aspek seismik (termasuk *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* atau PSHA), geoteknik/geologi/geofisik, meteorologi, hidrologi (banjir, tsunami, dll.), dan kegunungapian);
- b. Pengaruh karakteristik tapak terhadap perpindahan zat radioaktif, risiko terhadap masyarakat, dan rencana kedaruratan;
- 2) Analisis bahaya internal, misalnya analisis bahaya kebakaran;
- 3) Evaluasi kesesuaian *code and standard*;
- 4) Analisis reaktor pada kondisi operasi normal yang meliputi aspek neutronik (fisika reaktor) dan aspek termohidrolik (termohidrolik);
- 5) Analisis desain bahan bakar dan komponen-komponen teras (mekanik, kimia, radiasi, dll.);
- 6) Analisis karakteristik dan kinerja desain (karakteristik material, integritas/ketahanan (*strength analysis*), dll.) dari komponen-komponen mekanik (sistem pendingin, fitur keselamatan teknis, dll.);
- 7) Analisis keselamatan, terdiri atas:
 - a. identifikasi, kategorisasi dan pengelompokan kejadian awal terpostulasi atau *Postulated Initiating Event* (PIE) dan skenario kecelakaan;
 - b. Analisis keselamatan deterministik, yang mencakup analisis pada kondisi kejadian operasi terantisipasi atau *Anticipated Operational Occurrence* (AOO), kecelakaan dasar desain atau *Design Basis Accident* (DBA), dan *Design Extension Condition* (DEC) termasuk kecelakaan parah atau *severe accident*;
 - c. Analisis keselamatan probabilistik (PSA);
 - d. Analisis kinerja *containment*;
 - e. Perhitungan *source-term*;
 - f. Analisis dampak radiologi (*dose assessment*) pada kondisi AOO, DBA, dan DEC;
 - g. Analisis kesesuaian BKO dengan hasil analisis keselamatan;
- 8) Analisis keandalan (*reliability*) sistem keselamatan;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 24 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- 9) Penilaian aspek instrumentasi dan kendali;
 - 10) Penilaian aspek kelistrikan;
 - 11) Penilaian aspek sipil dan rekayasa struktur bangunan atau kapal;
 - 12) Penilaian aspek rekayasa faktor manusia;
 - 13) Penilaian aspek desain dan kinerja sistem konversi energi;
 - 14) Penilaian aspek proteksi radiasi, antara lain perhitungan *shielding* dan evaluasi radiologi (*dose assessment*) pada kondisi operasi normal;
 - 15) Penilaian aspek pengelolaan limbah radioaktif;
 - 16) Penilaian aspek lingkungan;
 - 17) Penilaian sistem manajemen;
 - 18) Penilaian aspek kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir; dan
 - 19) Penilaian aspek dekomisioning.
4. Pengembangan SDM melalui pelatihan, *workshop*, dll., misalnya pelatihan kualifikasi inspektur nuklir, pelatihan pengawasan konstruksi, komisioning, operasi, dan dekomisioning, serta pelatihan *code & standard*;
 5. Penyiapan infrastruktur pengawasan, baik regulasi, sistem inspeksi, maupun sistem perizinan. Contohnya adalah konsultasi untuk menentukan struktur organisasi dan alur kerja yang efektif dalam mengelola PLTN, pembuatan sistem informasi pengawasan PLTN, dll.

3.2 Kriteria TSO

Dalam menentukan institusi/lembaga yang akan menjadi TSO bagi BAPETEN, perlu dirumuskan beberapa kriteria sebagai dasar penentuan tersebut. Berikut ini adalah beberapa kriteria yang dapat digunakan dalam menentukan TSO:

1. Memiliki independensi dan ketidakberpihakan dalam memberikan justifikasi, simpulan, dan/atau rekomendasi berdasarkan hasil analisis. Atau dengan kata lain, tidak memiliki konflik kepentingan dengan pihak-pihak selain badan pengawas, terutama dengan calon

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 25 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

pemohon/pemegang izin. Dalam hal diduga terdapat konflik kepentingan, diperlukan pembahasan secara eksplisit dengan semua pihak yang terlibat dan dikelola;

2. Memiliki kompetensi teknis dan/atau ilmiah sesuai yang diperlukan oleh badan pengawas, yang mencakup:
 - a. Memiliki sumber daya manusia yang memadai, baik dari segi kuantitas (jumlah) maupun segi kualitas (kompetensi);
 - b. Memiliki sarana/fasilitas yang memadai dalam melakukan analisis, baik berupa *hardware* (misalnya peralatan dan laboratorium) maupun *software* (misalnya *computer code* dan standar).
3. Memiliki pengalaman atau portofolio yang relevan dan memadai sehingga badan pengawas dapat menilai kinerja TSO dalam menyelesaikan pekerjaan, seperti kualitas hasil, kesesuaian jadwal, dll;
4. Memiliki dan menerapkan prinsip transparansi data dan keterbukaan;
5. Khusus untuk badan usaha, wajib memiliki izin usaha;
6. Memiliki dan menerapkan sistem manajemen yang mencakup sistem manajemen mutu termasuk kendali mutu dan jaminan mutu;
7. Memiliki proses kendali mutu yang mapan dan diakui serta memenuhi persyaratan peraturan yang berlaku dan sasaran praktik terbaik industri;
8. Memiliki dan menerapkan *knowledge management*, termasuk melakukan *knowledge transfer* pada personel BAPETEN;
9. Memiliki dan menerapkan sistem pengaturan terkendali terhadap berbagai data dan informasi (*controlled information*). Jenis data dan informasi yang memerlukan pengaturan ini adalah yang terkait dengan *security*, *safeguards*, *dual use*, dan hak cipta. Untuk menerapkan kriteria ini, TSO dan personel BAPETEN yang terlibat harus menandatangani pakta integritas yang bersifat *lifetime*;
10. Menerapkan budaya keselamatan. TSO harus beroperasi di bawah budaya keselamatan yang kuat dengan menempatkan keselamatan di atas pertimbangan lain.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 26 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

3.3 Skema Kerja Sama TSO

Dalam perumusan rekomendasi kebijakan TSO, skema kerja sama antara BAPETEN dan TSO merupakan hal yang harus dipertimbangkan. Kebijakan terkait TSO akan menjadi dasar dalam menentukan tahapan prosedur penggunaan TSO mulai dari tahap perencanaan sampai ke tahap evaluasi. Kerja sama dengan TSO dapat melibatkan berbagai pihak, baik instansi pemerintah, Badan Usaha Milik Negara (BUMN), instansi swasta, maupun instansi luar negeri atau organisasi internasional. Secara garis besar, kerja sama dengan TSO dapat berupa kerja sama dengan TSO di dalam negeri, kerja sama dengan TSO di luar negeri, atau kombinasi keduanya. Dukungan teknis untuk aspek nonnuklir dapat diberikan oleh TSO dalam negeri, tetapi dukungan teknis untuk aspek nuklir diperkirakan masih memerlukan kombinasi kerja sama luar negeri dalam jangka waktu pendek. Oleh karena itu, BAPETEN mengemban tugas untuk melakukan pembinaan dan pembentukan TSO nasional agar dapat memiliki kapabilitas dukungan teknis yang memadai untuk pengawasan PLTN.

Secara spesifik, skema kerja sama dengan TSO dapat berupa:

1. pembentukan TSO khusus bagi badan pengawas;
2. kerja sama dengan tenaga ahli/pakar perorangan di dalam negeri;
3. kerja sama dengan instansi swasta atau BUMN;
4. kerja sama dengan universitas/ perguruan tinggi;
5. skema penunjukan;
6. kerja sama dengan instansi (swasta atau pemerintah) luar negeri; dan
7. kerja sama dengan organisasi internasional, misalnya IAEA atau Uni Eropa (EU).

A. Skema pembentukan TSO khusus untuk badan pengawas

Pada umumnya, TSO yang dibentuk khusus untuk mendukung badan pengawas berbentuk BUMN. Contoh TSO semacam ini di luar negeri adalah GRS yang didirikan sebagai TSO bagi Pemerintah Federal Jerman. Skema pembentukan pelaku usaha, dalam hal ini BUMN, sebagai TSO untuk BAPETEN, memerlukan pengaturan melalui undang-undang tersendiri karena

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 27 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

melibatkan hal-hal yang berada di luar kewenangan BAPETEN, yaitu terkait dengan penyertaan modal negara (PMN). UU terkait BUMN yang berlaku saat ini adalah UU No. 1 Tahun 2025. Selain UU, pendirian BUMN juga dilakukan melalui peraturan pemerintah. Pembentukan BUMN sebagai TSO khusus bagi badan pengawas memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan:

1. Dapat mengurangi beban kerja badan pengawas dalam hal administrasi kontrak kerja sama dan pertanggungjawaban keuangan dengan penyedia jasa, terutama dari pihak swasta;
2. Pekerjaan untuk mendatangkan atau menggunakan tenaga ahli dari luar negeri, baik secara personal maupun institusi, dapat dilakukan oleh BUMN sebagai TSO;
3. Sistem penggajian staf dan manajemen BUMN transparan dan mengikuti ketentuan penggajian BUMN; dan
4. Aset BUMN terpisah dari badan pengawas sehingga pertanggungjawaban aset terpisah;

Kekurangan:

1. Pembentukan BUMN memerlukan upaya dan proses yang tidak sedikit, antara lain perlu pengaturan dalam UU dan peraturan pemerintah; dan
2. Pengawasan kinerja BUMN TSO terpisah dari BAPETEN, yaitu berada di bawah pembinaan kementerian yang terkait.

B. Skema kerja sama dengan tenaga ahli/pakar perorangan di dalam negeri

Mekanisme kerja sama tenaga ahli perorangan dalam negeri dapat menggunakan metoda sistem kontrak narasumber dan/atau sistem kontrak alih daya. Sistem kerja sama kontrak narasumber sudah lazim dilaksanakan di BAPETEN, yaitu melalui pemberian honor narasumber dengan akun 521211. Prosedur dan persyaratan pengadaan narasumber mengikuti Peraturan Menteri Keuangan (PMK). Bentuk kontrak narasumber berupa SK yang ditandatangani

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 28 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

oleh Eselon II. Dalam sistem kontrak narasumber, BAPETEN harus menentukan secara rinci topik-topik khusus yang diperlukan dalam pengadaan narasumber.

Adapun sistem pengadaan kontrak alih daya biasanya menggunakan akun MAK 521111. Dalam sistem kontrak alih daya, perusahaan mengalihkan sebagian atau seluruh pelaksanaan pekerjaan kepada perusahaan lain yang memiliki spesialisasi dalam penyediaan tenaga kerja atau jasa. Perjanjian yang mengatur hubungan kerja dalam alih daya ini disebut perjanjian *outsourcing* yang dapat berupa Perjanjian Kerja Waktu Tertentu (PKWT) atau Perjanjian Kerja Waktu Tidak Tertentu (PKWTT). Dalam sistem alih daya, perusahaan pengguna jasa (klien) menyerahkan sebagian atau seluruh pekerjaan kepada perusahaan alih daya (penyedia jasa). Perusahaan alih daya bertanggung jawab atas perekrutan, pelatihan, penggajian, dan pengelolaan tenaga kerjanya. Hubungan kerja antara pekerja alih daya dengan perusahaan alih daya diatur dalam perjanjian kerja yang dibuat secara tertulis. Sistem alih daya di Indonesia diatur oleh Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja dan Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 Tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja. Perbedaan utama antara pekerja alih daya dengan pekerja kontrak adalah bahwa pekerja alih daya bekerja untuk perusahaan alih daya, sedangkan pekerja kontrak bekerja langsung untuk perusahaan pengguna jasa. Alih daya menawarkan berbagai manfaat bagi perusahaan, seperti fokus pada kegiatan bisnis utama, mengurangi biaya operasional, dan mendapatkan tenaga kerja yang berkualitas.

C. Skema kerja sama dengan Instansi Swasta atau BUMN

Kerja sama pengadaan jasa konsultasi dapat dilakukan dengan instansi swasta atau BUMN melalui pengadaan jasa konsultasi. Pengadaan jasa konsultasi melibatkan kontrak dengan pihak luar (konsultan) untuk mendapatkan layanan konsultasi dalam bidang tertentu. Kontrak jasa konsultasi dapat berupa kontrak lumpsum, kontrak waktu penugasan, atau kontrak payung. Kontrak lumpsum adalah kontrak dengan total harga yang sudah ditetapkan untuk

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 29 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

seluruh pekerjaan konsultansi, sedangkan kontrak waktu penugasan adalah kontrak yang menentukan waktu kerja konsultan dan biaya ditentukan berdasarkan waktu yang dihabiskan. Adapun kontrak payung adalah kontrak yang digunakan untuk pengadaan jasa konsultansi yang sifatnya berulang atau jangka panjang.

Tujuan pengadaan jasa konsultansi adalah mendapatkan layanan ahli untuk memecahkan masalah tertentu, meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam suatu proyek, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Pentingnya pengadaan jasa konsultansi adalah untuk membantu organisasi dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat, mempercepat proses penyelesaian masalah, dan meningkatkan kualitas pekerjaan. Langkah-Langkah pengadaan jasa konsultansi meliputi:

- a. identifikasi kebutuhan konsultansi;
- b. pencarian konsultan yang sesuai;
- c. penilaian dan seleksi konsultan;
- d. negosiasi dan penandatanganan kontrak;
- e. pelaksanaan konsultasi; serta
- f. evaluasi dan pelaporan.

Sesuai Perpres No. 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, batasan nominal jasa konsultansi tergantung pada metode pemilihan yang digunakan. Jasa konsultasi dengan nilai hingga Rp100 juta dapat dilakukan melalui pengadaan langsung. Untuk jasa konsultasi dengan nilai melebihi Rp100 juta, pemilihan penyedia jasa dilakukan melalui seleksi. Dalam Perpres ini disebutkan bahwa metode pemilihan Penyedia Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya terdiri atas:

- a. *e-purchasing*; *E-purchasing* dilaksanakan untuk barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya yang sudah tercantum dalam katalog elektronik.
- b. pengadaan Langsung;
- c. penunjukan Langsung;
- d. tender Cepat; Tender cepat dilaksanakan dalam hal spesifikasi dan volume pekerjaannya sudah dapat ditentukan secara rinci dan/atau

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 30 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Pelaku Usaha telah terqualifikasi dalam Sistem Informasi Kinerja Penyedia; dan

e. tender.

Adapun metode pemilihan Penyedia Jasa Konsultansi menurut Perpres No. 16 Tahun 2018 terdiri atas:

- a. seleksi;
- b. pengadaan Langsung; dan
- c. penunjukan Langsung.

Untuk Penunjukan Langsung, diberikan batasan paling banyak dua kali sesuai bunyi Pasal 41 ayat 6 Perpres. Menurut Pasal 39, metode evaluasi penawaran Penyedia Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya dilakukan dengan:

- a. sistem nilai;
- b. penilaian biaya selama umur ekonomis; atau
- c. harga terendah.

Adapun metode evaluasi penawaran Penyedia Jasa Konsultansi menurut Perpres No. 16 Tahun 2018 dilakukan dengan:

- a. kualitas dan biaya;
- b. kualitas;
- c. pagu anggaran; atau
- d. biaya terendah.

D. Skema kerja sama dengan universitas/ perguruan tinggi

BAPETEN telah memiliki pengalaman dalam melakukan kerja sama swakelola jasa konsultasi dengan institusi perguruan tinggi, terutama melalui lembaga penelitian dan pengabdian masyarakat (LPPM) atau lembaga sejenis. Kerja sama ini bertujuan untuk memanfaatkan keahlian dan sumber daya yang dimiliki oleh perguruan tinggi untuk mendukung program dan kegiatan pemerintah. Perguruan tinggi dapat memberikan konsultasi yang berbasis ilmu dan teknologi terkini untuk meningkatkan kualitas program pemerintah, Selain itu, perguruan tinggi juga dapat membantu pemerintah dalam mengembangkan

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 31 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

inovasi dan solusi baru untuk mengatasi masalah yang dihadapi. Beberapa contoh kerja sama yang pernah dilakukan antara BAPETEN dengan universitas/ perguruan tinggi, yaitu:

- a. kerja sama tentang Kajian Reaktor Daya Terapung dengan Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika melalui Pusat Kajian Lembaga Kerja Sama Fakultas Teknik (LKFT) UGM pada tahun 2018;
- b. kerja sama tentang Kajian Reaktor Daya tipe MSR dengan Fisika ITB;
- c. kerja sama dengan ITB dan UI perihal revidi dan penilaian dokumen persyaratan izin tapak Reaktor Daya Eksperimentasi (RDE) pada tahun 2017-2018;
- d. kerja sama dengan ITB & UGM perihal revidi dan penilaian dokumen persetujuan desain RDE pada tahun 2019-2020;
- e. kerja sama dengan Universitas Airlangga dalam penyusunan naskah akademik untuk revisi UU Ketenaganukliran pada tahun 2017-2018; serta
- f. kerja sama dengan Universitas Andalas dalam pembuatan sistem informasi inspeksi instalasi nuklir pada tahun 2024.

E. Skema penunjukan

Skema ini mengacu pada praktik yang berlaku di Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam pelaksanaan inspeksi terhadap instalasi pembangkit listrik. Inspeksi ini diperlukan untuk memastikan instalasi pembangkit listrik memenuhi kriteria aman, andal, dan ramah lingkungan, serta untuk penerbitan Sertifikat Laik Operasi (SLO). Kementerian ESDM melalui Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan (Ditjen Gatrik) dapat melakukan penunjukan terhadap lembaga inspeksi teknik (LIT) untuk melakukan inspeksi dan sertifikasi instalasi pembangkit listrik. Sebagai persyaratan utama, LIT yang ditunjuk harus memiliki akreditasi dari Kementerian ESDM. Tata cara akreditasi diatur dalam Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2021 tentang Klasifikasi, Kualifikasi, Akreditasi, dan Sertifikasi Usaha Jasa Penunjang Tenaga Listrik. LIT harus mengajukan permohonan akreditasi kepada Menteri ESDM melalui Direktur Jenderal.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 32 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Permohonan akreditasi LIT harus memenuhi persyaratan administratif dan persyaratan teknis sebagai berikut:

Persyaratan administratif:

- a. perizinan berusaha jasa penunjang tenaga listrik sesuai dengan ruang lingkupnya; dan
- b. laporan keuangan yang diaudit kantor akuntan publik yang memiliki perizinan berusaha dari kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang keuangan negara.

Persyaratan teknis:

- a. surat pernyataan yang menyatakan pemilik, pengurus, dan pelaksana Badan Usaha tidak memiliki afiliasi dengan pemilik, pengurus, dan pelaksana jasa pembangunan dan pemasangan Instalasi Tenaga Listrik pada subbidang yang sama;
- b. sertifikat sistem manajemen mutu sesuai dengan standar nasional Indonesia seri ISO 9001 yang diterbitkan oleh lembaga penilai kesesuaian terakreditasi Komite Akreditasi Nasional;
- c. sistem informasi Sertifikasi Instalasi Tenaga Listrik yang terintegrasi dengan sistem informasi Direktorat Jenderal;
- d. pengalaman melaksanakan kegiatan usaha paling singkat satu tahun dan telah melaksanakan paling sedikit tiga pelanggan sertifikasi atau tiga lokasi Instalasi Tenaga Listrik untuk setiap subbidang Akreditasi yang diajukan; dan
- e. hasil Penilaian Kinerja satu tahun terakhir paling rendah cukup baik dari Direktorat Jenderal.

Selanjutnya, pemilik atau operator instalasi pembangkit listrik, misalnya PLTU, dapat memilih LIT yang telah ditunjuk dan terdaftar secara resmi untuk melakukan inspeksi. Beberapa contoh LIT yang dikenal di Indonesia dan memiliki

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 33 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

lingkup pembangkitan meliputi PT Andalan Mutu Energi dan PT. Inspeksi Pelayanan Listrik Nusantara. Untuk memastikan legalitas dan kinerja LIT, pemohon dapat merujuk pada informasi dan daftar terbaru di situs resmi Ditjen Gatrik. Penggunaan LIT yang sah penting untuk menghindari masalah hukum dan memastikan keselamatan operasional instalasi PLTU.

F. Skema kerja sama dengan institusi luar negeri

Karena terdapat keterbatasan kualifikasi TSO di dalam negeri, BAPETEN perlu menyiapkan skema kerja sama dengan instansi swasta maupun instansi pemerintah dari luar negeri melalui perjanjian bilateral. Pengadaan jasa konsultasi asing adalah proses untuk memperoleh jasa konsultasi dari perusahaan atau individu asing. Contoh institusi swasta di luar negeri adalah GRS di Jerman dan Excel di Amerika. Proses pengadaan jasa konsultasi asing ini dapat dilakukan melalui tender internasional atau melalui seleksi umum dengan melibatkan peserta asing.

1. Tender Internasional:

Dalam tender internasional, peserta pengadaan dapat berasal dari dalam negeri maupun luar negeri. Ini memungkinkan pemerintah atau lembaga untuk mendapatkan penawaran terbaik dari berbagai penyedia jasa konsultasi, termasuk yang berlokasi di luar negeri;

2. Seleksi Umum dengan Peserta Asing:

Selain tender internasional, pengadaan jasa konsultasi asing juga dapat dilakukan melalui seleksi umum dengan mengundang peserta asing. Hal ini memungkinkan pemerintah atau lembaga untuk mendapatkan ahli yang memiliki keahlian khusus yang mungkin tidak tersedia di dalam negeri.

Proses pengadaan jasa konsultasi asing biasanya melibatkan tahapan-tahapan berikut ini.

1. Pengumuman: Pemberitahuan tentang ketersediaan pekerjaan konsultasi melalui *website* atau saluran lain yang sesuai;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 34 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

2. Pendaftaran dan Pengambilan Dokumen: Pelaku usaha asing yang tertarik dapat mendaftar dan mengambil dokumen yang diperlukan;
3. Penyampaian Dokumen Penawaran: Pelaku usaha asing menyampaikan dokumen penawaran yang berisi informasi tentang kemampuan, pengalaman, dan penawaran harga;
4. Evaluasi dan Penunjukan Pemenang: Dokumen penawaran dievaluasi oleh panitia pemilihan, dan kemudian diumumkan pemenangnya.

Kontrak pengadaan jasa konsultasi dapat diklasifikasikan berdasarkan cara pembayaran, pembebanan tahun anggaran, sumber pendanaan, dan jenis pekerjaan. Pengadaan jasa konsultasi asing adalah bagian penting dari pengadaan barang/jasa di Indonesia. Dengan membuka peluang bagi penyedia jasa asing, pemerintah dan lembaga dapat memperoleh layanan konsultasi yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan.

Contoh riil lain yang pernah dilakukan adalah ketika badan pengawas ketenaganukliran di Pakistan, yaitu Pakistan Nuclear Regulatory Authority (PNRA), meminta kerja sama dengan badan pengawas di China sebagai negara vendor untuk menjadi TSO dalam evaluasi keselamatan PLTN pertama di Pakistan.

G. Skema kerja sama dengan organisasi internasional

BAPETEN telah seringkali melakukan kerja sama dengan organisasi internasional seperti IAEA dengan mekanisme kerja sama melalui *Technical Cooperation* (TC). Salah satu bentuk kerja sama Pemerintah Indonesia dengan IAEA melalui proyek TC adalah dengan meminta IAEA untuk mengirimkan tim pakar di bidang tertentu guna memberikan rewiu dan rekomendasi pada masalah-masalah tertentu, misalnya dalam pengembangan regulasi. Bentuk implementasi kerja sama TC lainnya adalah untuk pengembangan kompetensi SDM BAPETEN melalui pelatihan, *workshop*, seminar, OJT, dll.

Terkait kegiatan rewiu desain PLTN, IAEA memiliki salah satu bentuk layanan, yaitu *Technical Safety Review* (TSR). Namun, layanan ini hanya dapat

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 35 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

digunakan oleh vendor atau perancang desain PLTN. Untuk menjaga independensi, IAEA tidak dapat memberikan layanan ini kepada badan pengawas yang sedang melakukan kegiatan evaluasi perizinan atau reuiu desain dari vendor tertentu. TSR adalah evaluasi independen yang dilakukan IAEA terhadap dokumentasi keselamatan desain dan penilaian keselamatan instalasi. Secara spesifik, ruang lingkup layanan TSR terdiri atas:

- a. *Design Safety* (DS);
- b. *Generic Reactor Safety* (GRS);
- c. *Safety Requirements* (SR);
- d. *Probabilistic Safety Assessment* (PSA);
- e. *Accident Management* (AM);
- f. *Periodic Safety Review* (PSR).

Adapun ruang lingkup obyek reuiu meliputi:

- a. keselamatan desain PLTN yang sudah beroperasi dan PLTN baru yang belum beroperasi;
- b. bab-bab tertentu atau keseluruhan bab dari LAK;
- c. persyaratan keselamatan yang disusun oleh badan pengawas;
- d. pendekatan dan kerangka penilaian keselamatan yang disusun oleh badan pengawas;
- e. analisis keselamatan deterministik;
- f. analisis keselamatan probabilistik atau PSA, penerapannya, dan pengambilan keputusan berbasis risiko;
- g. program, prosedur, pedoman, dan analisis pendukung untuk manajemen kecelakaan;
- h. penilaian keselamatan berkala (*Periodic Safety Review*); serta
- i. antarmuka 3S (*Safety, Security, and Safeguards*).

Obyek reuiu dari layanan IAEA ini mencakup seluruh tahapan hidup PLTN, mulai dari desain konseptual, tahap praperizinan, tahap konstruksi, tahap operasi, dan seterusnya. Tim reuiu terdiri atas para pakar internasional yang dipimpin oleh staf IAEA. Pelaksanaan reuiu berkisar selama 3–9 bulan tergantung ruang lingkup obyek reuiu dan kebutuhan negara anggota IAEA. Hasil

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 36 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

TSR berupa simpulan dan rekomendasi bagi negara anggota penerima layanan untuk meningkatkan aspek keselamatannya.

Contoh kerja sama dengan organisasi internasional lainnya adalah kerja sama antara BAPETEN dan Uni Eropa (EU) yang berfokus pada peningkatan kapasitas dan efektivitas BAPETEN serta pengembangan strategi pengelolaan limbah radioaktif nasional. Hal ini mencakup pengembangan kapasitas, program pelatihan, dan penyediaan peralatan untuk meningkatkan efektivitas regulasi.

Sebagai pelengkap informasi mengenai kerja sama dengan TSO, berikut ini adalah uraian mengenai prosedur swakelola. BAPETEN telah menerbitkan Surat Edaran Nomor 1262 /KU 00/SET/ VI/2019 Tentang Pedoman Swakelola Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang mengacu ke Perpres Nomor 16 Tahun 2018. Menurut Perpres ini, pelaksanaan swakelola tipe I dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut.

- a. Pengguna Anggaran (PA)/Kuasa Pengguna Anggaran (KPA) dapat menggunakan pegawai Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah lain dan/atau tenaga ahli;
- b. Penggunaan tenaga ahli tidak boleh melebihi 50% dari jumlah Tim Pelaksana; dan
- c. Dalam hal dibutuhkan Pengadaan Barang/Jasa melalui Penyedia, dilaksanakan sesuai ketentuan dalam Peraturan Presiden ini.

Untuk pelaksanaan swakelola tipe II, dilakukan dengan ketentuan:

- a. PA/KPA melakukan kesepakatan kerja sama dengan Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah lain pelaksana swakelola; dan
- b. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) menandatangani Kontrak dengan Ketua Tim Pelaksana swakelola sesuai dengan kesepakatan kerja sama.

Adapun pelaksanaan swakelola tipe III dilakukan berdasarkan kontrak PPK dengan pimpinan Organisasi Kemasyarakatan (Ormas), sedangkan pelaksanaan swakelola tipe IV dilakukan berdasarkan kontrak PPK dengan pimpinan Kelompok Masyarakat. Pembayaran Swakelola dilakukan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 37 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

3.4 Prosedur Penggunaan TSO

Secara garis besar, prosedur penggunaan TSO eksternal oleh badan pengawas terdiri atas:

1. Identifikasi kebutuhan jenis pekerjaan/layanan

Bagian ini telah diuraikan pada subbab 3.1.

2. Identifikasi TSO yang tersedia

Bagian akan diuraikan pada subbab 3.5.

3. Penilaian dan Seleksi TSO

Pemilihan TSO harus dilakukan berdasarkan kriteria penerimaan yang telah ditetapkan oleh badan pengawas sebagaimana diuraikan pada subbab 3.2. Selain itu, dalam melakukan pemilihan/seleksi TSO, sebaiknya melibatkan beberapa calon TSO dan menghindari seleksi tunggal untuk mencegah terjadinya korupsi, kolusi, dan nepotisme (KKN).

4. Negosiasi dan Penandatanganan Kontrak

Negosiasi dan penandatanganan kontrak TSO adalah proses penting dalam pengadaan barang dan jasa. Negosiasi adalah tahap awal ketika pihak-pihak yang terlibat membahas dan menyepakati syarat dan ketentuan kontrak, sementara penandatanganan kontrak adalah tahap akhir ketika kesepakatan tersebut secara resmi disahkan. Tujuan negosiasi kontrak TSO adalah mencapai kesepakatan mengenai persyaratan teknis, jadwal, biaya, dan aspek lainnya dari pekerjaan yang akan dilakukan oleh penyedia jasa. Proses ini melibatkan diskusi, tawar-menawar, dan pertukaran informasi antara pengguna jasa (pembeli) dan penyedia jasa (penjual). Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses negosiasi, antara lain:

- a. persiapan dilakukan dengan melakukan riset, menetapkan tujuan, dan menyusun alternatif solusi;
- b. komunikasi diperlukan untuk membangun kepercayaan dan berkomunikasi secara efektif;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 38 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- c. negosiasi yang berbasis kepentingan dengan fokus pada pemahaman kebutuhan dan kepentingan masing-masing pihak;
- d. pemecahan masalah untuk mencari solusi bersama dalam mengatasi perbedaan pendapat.

Adapun penandatanganan kontrak TSO bertujuan mengikat para pihak secara hukum untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati dalam negosiasi. Setelah negosiasi selesai, kontrak tertulis disiapkan dan ditandatangani oleh pihak-pihak yang berwenang. Aspek penting dalam penandatanganan kontrak antara lain kejelasan isi kontrak yang harus memuat semua ketentuan yang disepakati secara jelas dan tidak ambigu. Kontrak yang ditandatangani memiliki kekuatan hukum yang mengikat kedua belah pihak. Dokumen pendukung kontrak biasanya berupa dokumen lain seperti spesifikasi teknis, jadwal, dan Rencana Anggaran Belanja (RAB). Pentingnya negosiasi dan penandatanganan kontrak yang tepat antara lain untuk:

- a. menghindari perselisihan di kemudian hari;
- b. menciptakan kemitraan dimana kontrak yang jelas dan adil dapat membangun hubungan yang baik dan berkelanjutan antara pengguna dan penyedia jasa;
- c. memastikan kelancaran proyek dimana kesepakatan yang dicapai dalam negosiasi akan membantu memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana; dan
- d. melindungi kepentingan pihak dimana kontrak yang baik melindungi hak dan kewajiban masing-masing pihak.

Dalam konteks pengadaan barang dan jasa, negosiasi dan penandatanganan kontrak TSO merupakan dua tahap yang krusial untuk memastikan keberhasilan proyek. Dengan melakukan persiapan yang matang, komunikasi yang efektif, dan penyusunan kontrak yang jelas, diharapkan proyek dapat berjalan lancar dan mencapai tujuan yang diinginkan.

5. Pelaksanaan Konsultasi

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 39 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Pelaksanaan kegiatan konsultasi sesuai kontrak berarti melaksanakan pekerjaan jasa konsultansi sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati dan tertulis dalam kontrak. Hal ini mencakup pemenuhan hak dan kewajiban, serta pencapaian hasil yang diharapkan dengan memperhatikan standar teknis, jadwal, dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Poin-poin penting dalam pelaksanaan kegiatan konsultasi sesuai kontrak terdiri atas:

1. Ketaatan pada Kontrak
Pelaksanaan kegiatan konsultasi harus sesuai dengan isi kontrak, termasuk ruang lingkup pekerjaan, jadwal, metode pelaksanaan, dan spesifikasi teknis.
2. Hak dan Kewajiban
Pihak yang terlibat (pengguna jasa dan penyedia jasa) harus memahami dan melaksanakan hak dan kewajiban mereka yang tercantum dalam kontrak.
3. Mutu Pekerjaan
Penyedia jasa konsultansi berkewajiban menyediakan layanan konsultansi dengan kualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
4. Dokumentasi
Laporan hasil pekerjaan, termasuk data dan informasi yang relevan, harus diserahkan sesuai jadwal yang telah ditetapkan dalam kontrak.
5. Pengendalian Kontrak
Pengguna jasa memiliki hak untuk mengawasi dan memeriksa pelaksanaan pekerjaan, serta menerima laporan mengenai kemajuan pekerjaan.
6. Perubahan Kontrak
Jika ada perubahan atau adendum kontrak, hal tersebut harus disetujui oleh kedua belah pihak dan didokumentasikan dengan benar.
7. Penyelesaian Sengketa
Jika terjadi sengketa, penyelesaiannya harus mengacu pada ketentuan dalam kontrak dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Adapun tahapan pelaksanaan kontrak konsultansi terdiri atas:

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 40 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

1. Persiapan: Melakukan rapat persiapan kontrak atau *Pre-Construction Meeting* (PCM) untuk membahas program mutu, organisasi kerja, tata cara pelaksanaan, dan pemeriksaan lokasi;
2. Pelaksanaan: Melakukan pekerjaan sesuai dengan rencana yang telah disetujui, termasuk pemenuhan standar teknis dan jadwal yang telah ditetapkan;
3. Pengendalian: Melakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala untuk memastikan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan rencana dan mengidentifikasi penyimpangan jika ada;
4. Penyelesaian: Menyerahkan laporan akhir pekerjaan, termasuk data dan informasi yang diperlukan, serta melakukan serah terima pekerjaan.

Dengan melaksanakan kegiatan konsultasi sesuai dengan kontrak, diharapkan pekerjaan dapat berjalan lancar, mencapai hasil yang optimal, dan terhindar dari permasalahan di kemudian hari.

6. Evaluasi dan Pelaporan

Evaluasi dan pelaporan kontrak adalah proses sistematis untuk menilai kinerja pelaksanaan kontrak, mengidentifikasi masalah, dan memberikan umpan balik untuk perbaikan di masa depan. Tahap ini melibatkan pemantauan, pengumpulan data, analisis, dan pelaporan hasil evaluasi. Evaluasi kontrak adalah proses penilaian menyeluruh terhadap pelaksanaan suatu kontrak, termasuk pencapaian tujuan, efektivitas, efisiensi, dan dampak yang dihasilkan. Pelaporan kontrak adalah penyampaian informasi hasil evaluasi kepada pihak-pihak terkait. Manfaat evaluasi dan pelaporan kontrak adalah:

- a. meningkatkan akuntabilitas dengan memastikan semua pihak bertanggung jawab atas pelaksanaan kontrak;
- b. mengidentifikasi masalah dengan menemukan hambatan dan kendala dalam pelaksanaan kontrak;
- c. memperbaiki kinerja dengan memberikan pembelajaran dan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja kontrak di masa depan;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 41 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- d. pengambilan keputusan dengan memberikan informasi yang dibutuhkan untuk membuat keputusan yang tepat terkait kontrak; serta
- e. transparansi dengan meningkatkan transparansi dan kepercayaan antara pihak-pihak yang terlibat.

Secara ringkas, proses evaluasi dan pelaporan kontrak terdiri atas:

1. perencanaan dan persiapan: menentukan tujuan evaluasi, kriteria penilaian, metode pengumpulan data, dan pihak yang terlibat;
2. pengumpulan data: mengumpulkan data terkait pelaksanaan kontrak, seperti pencapaian target, realisasi anggaran, dan kepuasan pelanggan;
3. analisis data: menganalisis data untuk mengidentifikasi pencapaian, masalah, dan akar penyebabnya;
4. penyusunan laporan: membuat laporan tertulis yang berisi temuan evaluasi, simpulan, dan rekomendasi; serta
5. distribusi dan tindak lanjut: menyampaikan laporan kepada pihak-pihak terkait dan menindaklanjuti rekomendasi yang ada.

3.5 Identifikasi Potensi TSO Dalam dan Luar Negeri

Pada subbab ini akan dilakukan identifikasi terhadap institusi/lembaga/perusahaan yang memiliki potensi sebagai TSO eksternal bagi BAPETEN, khususnya dalam tahap kegiatan reviu desain.

A. Perguruan Tinggi/Universitas

Universitas juga dapat mendukung pengawasan PLTN di Indonesia, terutama dalam hal pendidikan dan penelitian. BAPETEN telah memiliki pengalaman melakukan kerja sama dengan universitas dalam mendukung tugas pengawasan, seperti dengan UGM, ITB, UI, dan ITS. Selanjutnya, uraian di bawah ini akan menguraikan tentang hasil identifikasi kompetensi dari beberapa perguruan tinggi terkait dengan kegiatan reviu desain PLTN.

1. Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika (DTNTF), Fakultas Teknik UGM

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 42 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

DTNTF memiliki sejumlah *computer code* berlisensi yang terkait dengan keselamatan reaktor sebagai berikut:

Perhitungan neutronik:

- SERPENT
- SCALE
- MCNP
- ANSYS FLUENT
- TRACE-PARCS

Perhitungan termohidrolik:

- SUBCHANFLOW
- RELAP5-3D; *Computer code* ini hanya bisa dijalankan (*running*) di HPC milik *Idaho National Laboratory* (INL) dan terdapat kendala waktu yang cukup lama untuk dapat mengunduh *file output*.

Adapun *computer code* nonlisensi (*open source*) yang juga digunakan oleh DTNTF, antara lain OpenFOAM (termohidrolik) dan Open-MC (neutronik).

Terkait dengan analisis keselamatan PLTN tipe MSR, perhitungan neutronik menggunakan Open-MC, tetapi masih ada kendala di perhitungan fraksi bakar. Adapun perhitungan termohidrolik dilakukan dengan ANSYS FLUENT dan OpenFOAM, tetapi proses instalasi dan *running* OpenFOAM masih relatif sulit. Selanjutnya, akan direncanakan menggunakan GenFOAM yang merupakan *coupling* dari *solver* neutronik, termohidrolik, dan termal mekanik. Contoh penelitian yang pernah dilakukan terkait perhitungan MSR adalah penelitian dengan tema sistem *Passive Compact MSR*.

Untuk PLTN tipe *Floating Nuclear Power Plant* (FNPP), kerja sama pernah dilakukan dengan BAPETEN pada tahun 2018 untuk perhitungan neutronik dan termohidrolik. Setelah itu, penelitian terkait FNPP terus dilanjutkan hingga saat ini. Berikut ini adalah contoh topik-topik penelitian yang telah dilakukan.

1. Analisis Sub-Kanal pada *Fuel Assembly* KLT-40S untuk Menentukan MDNBR Menggunakan SUBCHANFLOW; dan

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 43 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

2. Analisis Subkanal pada *Fuel Assembly* KLT-40S untuk Menghitung Distribusi Karakteristik Termohidrolik Menggunakan RELAP5-3D.

Dari uraian singkat di atas, dapat disimpulkan bahwa DTNFTF memiliki kapabilitas dalam mendukung reviu desain aspek neutronik dan termohidrolik pada PLTN tipe LWR. Adapun untuk PLTN tipe MSR masih terdapat celah kapabilitas dalam hal analisis keselamatan reaktor. Celah kompetensi yang lain adalah dalam analisis keselamatan pada kondisi kecelakaan parah.

2. Program Studi Rekayasa Nuklir (FMIPA-ITB)

Program Studi (Prodi) Rekayasa Nuklir selama ini telah banyak melakukan penelitian-penelitian terkait desain reaktor (PLTN) dari PLTN generasi III, III+, hingga IV. Saat ini penelitian desain PLTN lebih banyak dilakukan untuk generasi IV dalam rangka mengejar aspek *novelty* (keterbaruan). Untuk PLTN generasi III/III+, *computer code* yang digunakan dalam penelitian cukup bervariasi, mulai dari OPEN-MC, OPEN-FOAM, SRAC, MCNP, serta RELAP. Selain menggunakan *computer code* berlisensi, Prodi Rekayasa Nuklir juga merancang *computer code* yang mampu menyimulasikan kombinasi kejadian pemicu berupa *fast transient* dengan kegagalan termohidrolik. Hingga saat ini RELAP dianggap belum dapat memodelkan kombinasi kejadian tersebut karena masih menggunakan model *point kinetics*. Untuk PLTN generasi III+ seperti HTGR termal, Prodi Rekayasa Nuklir bekerja sama dengan BRIN sedang merancang *computer code* yang mampu memodelkan kecelakaan terparah berupa *Depressurized Loss of Forced Cooling* (DLOFC).

Terkait dengan reviu desain PLTN generasi III/III+, terdapat beberapa hal yang perlu digarisbawahi dan direkomendasikan, yaitu:

- a. reaktor sebaiknya didesain memiliki fitur keselamatan pasif untuk pemindahan panas sisa (*decay heat removal*). Hal ini untuk mencegah terulangnya kecelakaan-kecelakaan nuklir yang pernah terjadi;
- b. Jika PLTN dibangun di luar Jawa yang karakteristik suplai listriknya bukan menjadi suplai listrik utama untuk memenuhi *base load power*, desain reaktor harus memiliki fleksibilitas dalam hal *load following power*. Faktor ini

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 44 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

perlu mendapat perhatian dalam analisis keselamatan untuk menjamin reaktor tetap beroperasi secara aman. Faktor *load following power* ini tidak menjadi masalah berarti pada reaktor cepat (*fast reactor*);

Adapun untuk desain PLTN generasi IV, penelitian banyak dilakukan terhadap reaktor cepat dengan pendingin Pb atau Pb-Bi.

3. Program Studi Teknik Perkapalan UI

Prodi Teknik Perkapalan di UI bernaung di bawah Departemen Teknik Mesin. Ruang lingkup pembelajaran dan penelitian prodi ini terdiri atas bidang perancangan kapal, proses produksi kapal, kegiatan perbaikan kapal, instalasi permesinan kapal, peraturan-peraturan kemaritiman, serta pengetahuan dasar dan manajemen pengelolaan galangan kapal. Prodi Teknik Perkapalan UI memiliki akreditasi A dari BAN-PT dan akreditasi internasional IAEBEE (*Indonesian Accreditation Board for Engineering Education*).

Prodi Teknik Perkapalan UI dapat memberikan dukungan teknis dalam proses reviu desain PLTN, yaitu dengan melakukan verifikasi terhadap kestabilan kapal pada kondisi perairan (*sea state*) di tapak. Kondisi perairan tersebut mencakup aspek hidrodinamika seperti arus, angin, dan ombak/gelombang, serta aspek kegempaan termasuk tsunami. Dalam analisis stabilitas kapal, ada dua proses penting yang harus dilakukan, yaitu pemodelan dan eksperimen. Pemodelan cukup menggunakan *downscale*.

Kondisi perairan sebenarnya merupakan hal pertama yang harus diketahui dan dipertimbangkan dalam mendesain kapal. Kondisi perairan dan dikombinasikan dengan bentuk dan beban kapal akan menentukan besarnya gerakan kapal (*rolling, pitching, swaying, heaving, surging, yawing*). Dinamika gerakan kapal tersebut harus dipertimbangkan dalam analisis keselamatan reaktor, khususnya terhadap proses neutronik dan perpindahan panas di teras reaktor.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 45 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Prodi Teknik Perkapalan UI melalui unit bisnisnya yang bernama P2M memiliki pengalaman melakukan proyek *prefeasibility study floating barge* NPP 100 MWe di Gorontalo utara. Aspek yang dikaji adalah penyiapan tapak dan infrastruktur, meliputi:

- a. perencanaan kegiatan survei (penentuan metode survei, jangka waktu, dan sumber daya yang dibutuhkan);
- b. pemetaan geospasial (pemetaan topografi dan batimetri);
- c. pemodelan gelombang dan hidrodinamika (simulasi gelombang dan dampak hidrodinamika terhadap struktur terapung);
- d. AMDAL (kajian biodiversitas perairan dan ekologi);
- e. analisis stabilitas batuan dasar dan sedimen (analisis kondisi batuan dasar dan kelayakan penjangkaran);
- f. pendataan iklim dan meteorologi (angin, badai, gelombang pasang);
- g. kajian risiko dan pemenuhan regulasi (meninjau kepatuhan terhadap peraturan lingkungan dan kelautan di Indonesia serta melakukan kajian risiko); dan
- h. konsultasi dengan pemangku kepentingan, yaitu masyarakat lokal dan beberapa otoritas yang terkait.

4. Departemen Teknik Perkapalan ITS

Selain Prodi Teknik Perkapalan UI, juga terdapat entitas serupa di Fakultas Teknologi Kelautan (FTK) ITS. FTK terdiri atas empat departemen, yaitu:

- a. Departemen Teknik Perkapalan dengan bidang studi meliputi desain kapal (konstruksi & desain kapal, hidrodinamika), dan produksi kapal (perakitan dan perbaikan kapal, pengembangan galangan kapal);
- b. Departemen Sistem Perkapalan dengan bidang studi meliputi pembangkit tenaga laut, manufaktur dan desain kelautan, sistem kelistrikan dan otomasi kelautan, sistem mesin kelautan, keandalan, ketersediaan, pemeliharaan, dan keselamatan;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 46 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- c. Departemen Teknik Kelautan dengan bidang studi meliputi struktur lepas pantai, hidrodinamika lepas pantai dan pesisir, desain dan produksi struktur lepas pantai, energi laut dan lingkungan air laut, rekayasa dan manajemen pesisir dan Pelabuhan; serta
- d. Departemen Teknik Transportasi Laut dengan bidang studi meliputi transportasi laut, pelabuhan dan infrastruktur, logistik maritim.

Secara umum, FTK ITS memiliki kapabilitas yang sama dalam mendukung BAPETEN untuk pengawasan FNPP. Salah satu dukungan penting yang dapat diberikan adalah memverifikasi hasil klasifikasi kapal yang digunakan sebagai FNPP. TSO harus memahami aturan klasifikasi (*classification rules*), yaitu serangkain peraturan yang dikeluarkan oleh badan klasifikasi (*class*) yang memiliki tujuan untuk melindungi aset. Contoh badan klasifikasi, antara lain Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dan *American Bureau of Shipping* (ABS). Gambar 3.1 berikut ini adalah contoh persyaratan mitigasi struktural kunci dari aturan ABS.

Fitur Mitigasi	Referensi Aturan ABS	Kriteria	Tujuan
Proteksi Tubrukan Lateral	Bagian 4/3.1.3	Kompartemen reaktor terletak di dalam lambung minimal sejauh B/5 atau 11,5 m (nilai yang lebih kecil).	Menyediakan zona remuk untuk menyerap energi tubrukan.
Proteksi Kandas	Bagian 4/3.1.2	Penghalang pelindung terluar minimal B/15 atau 2 m di atas dasar (nilai yang lebih besar).	Mencegah robeknya sistem reaktor saat kandas.
Batas Kompartemen	Bagian 4/3.1	Dibatasi oleh <i>cofferdam</i> atau sekat kedap dari dasar ganda hingga geladak sekat.	Menyediakan batas sekunder terhadap banjir dan api.
Keandalan saat Tenggelam	Bagian 4/1.2 (STRU-FR4)	Mampu menahan tekanan eksternal akibat tenggelam.	Mencegah keruntuhan dan memastikan fungsi containment pasca-tenggelam.
Struktur Pelindung Tubrukan	Bagian 4/3.1.4	Alternatif untuk B/5 jika perlindungan ekuivalen ditunjukkan melalui penilaian risiko.	Memungkinkan fleksibilitas desain sambil mempertahankan tingkat keselamatan.

Gambar 3.1 Contoh aturan ABS terkait persyaratan mitigasi struktural

Contoh aturan ABS lain terkait sistem *emergency shutdown* adalah:

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 47 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

1. sistem *emergency shutdown* harus mampu mematikan reaktor pada sudut kemiringan hingga 90° dan mampu mempertahankan reaktor dalam kondisi mati pada semua sudut kemiringan;
2. sistem *emergency shutdown* harus beroperasi secara otomatis tanpa perlu intervensi manusia dalam kondisi – kondisi berikut:
 - a. ketika kapal miring (*heel*) hingga sudut 45°;
 - b. ketika kapal *trim* (miring ke depan atau belakang) hingga 10°;
 - c. ketika kapal mulai terendam (*submerged*).

Contoh ketentuan ABS terkait sistem proteksi kebakaran adalah:

1. kebakaran dari satu sumber tidak boleh menghalangi proses pematian reaktor.
2. ABS Bagian 8, "*Fire Safety*", mengharuskan agar sistem-sistem proteksi kebakaran dicadangkan dan dipisahkan secara fisik. Prinsip ini memastikan bahwa jika kebakaran melumpuhkan satu jalur sistem proteksi, jalur cadangannya yang terletak di kompartemen tahan api yang berbeda akan tetap dapat beroperasi.

TSO juga harus memahami Peraturan Statutori (*Statutory Regulations*), yaitu peraturan yang dikeluarkan oleh *International Convention* untuk mengatur keamanan dan keselamatan penumpang serta mencegah kerusakan lingkungan. Contoh Peraturan Statutori, antara lain SOLAS, MARPOL, dan *London Protocol*.

Dukungan teknis lainnya adalah dalam hal identifikasi potensi bahaya terhadap keselamatan dan keamanan kapal. Beberapa contoh potensi bahaya yang tidak disengaja, misalnya tubrukan (*collision*), kandas (*grounding*), dan ledakan eksternal. Adapun contoh potensi bahaya yang disengaja, misalnya sabotase dan pencurian bahan nuklir.

Gambar 3.2 berikut ini memberikan contoh pembagian tanggung jawab antara operator, badan klasifikasi (misalnya ABS), badan pengawas (BAPETEN), dan TSO.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 48 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Sistem/Dokumen	Pemohon Izin (Operator/Vendor)	ABS (Badan Klasifikasi)	BAPETEN (Regulator Nuklir)	TSO (Dukungan Teknis)
Struktur Lambung & Proteksi Tubrukan	Merancang dan membangun sesuai Aturan ABS.	Meninjau desain, mensurvei konstruksi, dan mensertifikasi kepatuhan terhadap Bagian 4.	Berdasarkan endorse klasifikasi ABS sebagai bukti kelayakan teknis struktur kapal BAPETEN akan mengeluarkan sertifikat keselamatan struktur.	Meninjau secara independen analisis tubrukan/kandas dari pemohon; mengkonfirmasi kesesuaian aturan ABS untuk kondisi lokasi spesifik.
Sistem Keamanan Fisik	Mengembangkan Rencana Keamanan Terintegrasi (ISPS + Keamanan Nuklir).	Mensertifikasi kepatuhan kapal terhadap ISPS Code.	Otoritas lisensi utama untuk aspek keamanan nuklir (proteksi sabotase & material).	Meninjau harmonisasi antara ISPS Code dan persyaratan keamanan nuklir; memastikan tidak ada celah.
Sistem Emergency Shutdown	Merancang sistem agar memenuhi kriteria kemiringan dan menyediakan data uji/analisis.	Memverifikasi kepatuhan desain sistem terhadap Aturan ABS terkait kemiringan (Bagian 5/31).	Otoritas lisensi utama untuk sistem ini sebagai "sistem keselamatan nuklir".	Melakukan analisis verifikasi independen terhadap data uji/simulasi untuk memvalidasi fungsi pada kemiringan ekstrem.
Sistem Proteksi Kebakaran	Merancang proteksi kebakaran dan pemisahan fisik sistem cadangan sesuai analisis risiko.	Meninjau dan mensertifikasi sistem proteksi kebakaran kapal secara umum sesuai Aturan ABS (Bagian 8).	Menyetujui proteksi kebakaran yang spesifik untuk melindungi fungsi keselamatan nuklir dan pematian reaktor.	Meninjau analisis risiko kebakaran; memverifikasi efektivitas segregasi fisik untuk sistem keselamatan nuklir (sesuai 8/1.2, FIR-FR4).
Reaktor Nuklir & Platform	Merancang, membangun, dan menyediakan argumen keselamatan (<i>safety case</i>).	Dikecualikan dari lingkup.	Otoritas lisensi utama. Meninjau dan menyetujui desain reaktor dan <i>safety case</i> .	Peran pendukung utama. Melakukan tinjauan independen terhadap <i>safety case</i> nuklir, melakukan perhitungan verifikasi, dan menilai fitur desain inovatif.
Dokumen Interface	Mengembangkan draf awal.	Meninjau dan menyetujui dokumen untuk mendefinisikan batas klasifikasinya.	Meninjau dan menyetujui dokumen untuk mendefinisikan batas regulasinya.	Meninjau dokumen secara kritis untuk memastikan tidak ada celah keselamatan yang ada di antara lingkup tanggung jawab ABS dan BAPETEN.

Gambar 3.2 Contoh pembagian tanggung jawab antara operator, badan klasifikasi, badan pengawas, dan TSO

B. BUMN

Beberapa BUMN yang bergerak di bidang jasa konsultasi di Indonesia antara lain PT Yodya Karya (Persero), PT Virama Karya (Persero), PT Indra Karya (Persero), PT Bina Karya (Persero), dan PT Indah Karya (Persero). BUMN tersebut menyediakan berbagai layanan konsultasi, termasuk konsultasi teknik, manajemen proyek, dan pengembangan bisnis.

Adapun BUMN yang bergerak di bidang jasa TIC (*Testing, Inspection, Certification*) maupun TICC (*Testing, Inspection, Certification, Consultation*) antara lain PT Sucofindo (Persero) dan PT Surveyor Indonesia. Jasa TIC atau TICC tersebut bertujuan menilai kesesuaian produk, proses, atau sistem terhadap standar yang berlaku, memastikan kualitas dan kepatuhan terhadap peraturan. Jenis Instalasi Pembangkit Tenaga Listrik yang menjadi cakupan bidang kompetensi PT Sucofindo dan PT Surveyor Indonesia terdiri atas PLTU, PLTG, PLTGU, PLTD, PLTA, PLTMH, dan PLTS.

C. Swasta

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 49 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Salah satu contoh TSO eksternal dari kalangan swasta adalah PT Kakiatna Enjiniring. PT Kakiatna Enjiniring didirikan pada tahun 2013 dan merupakan anak perusahaan dari PT Kakiatna Indonesia. PT Kakiatna Enjiniring menawarkan jasa rekayasa dengan fokus pada industri pembangkit listrik, baik tenaga hidro, tenaga termal, tenaga surya, dan *combined-cycle*. Sejak tahun 2023, PT Kakiatna Enjiniring telah memperluas bisnisnya dengan mendirikan divisi tenaga nuklir sebagai bagian dari upaya untuk mengembangkan TSO dalam negeri yang mampu membantu pemerintah dalam pengembangan PLTN di Indonesia. Layanan yang diberikan meliputi studi proyek, desain, dan desain rinci keteknikan (*detailed engineering design*) untuk proyek ketenagalistrikan. Beberapa contoh pengalaman proyek yang pernah diikuti, yaitu: PLTU batubara 2x110 MW di Aceh, PLTU batubara 2x100 MW di Balikpapan, PLTU batubara 2x50 MW di Manado, PLTU batubara 2x110 MW di Riau, PLTU batubara 2x200 MW di Pangkalan Susu, PLT Surya Cirata 145 MW, dan PLT Hidro Jatigede 2x55 MW di Cirebon.

Tim inti divisi tenaga nuklir berjumlah 8 orang dengan susunan 1 orang ketua tim, 1 orang manajemen proyek, tim neutronik (3 orang), dan tim termohidrolik (3 orang). Pendayagunaan personel di PT Kakiatna Enjiniring berbasis pada proyek, yaitu mengontrak tenaga ahli di luar perusahaan untuk menjadi mitra pendukung. Keseluruhan tenaga ahli pendukung berjumlah sekitar 50 orang dengan kompetensi di bidang nuklir, misalnya neutronik dan termohidrolik. Para personel mayoritas berasal dan/atau merupakan alumni dari ITB dan UGM. Saat ini para personel tersebut ada yang sedang berkiprah di luar negeri.

Beberapa mitra yang dimiliki PT Kakiatna Enjiniring dari kalangan universitas adalah *Tomio Okawa Laboratory* (bidang termohidrolik) di *University of Electro-Communications*, *Kazunari Katayama Laboratory* (bidang penanganan tritium) di *Kyushu University*, dan *Department of Nuclear Science and Engineering* di *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Adapun mitra industri, antara lain terdiri atas Reka Zenit Asia, PowerChina, Elsewedy Electric, dan Solvina.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 50 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Computer code yang digunakan oleh PT Kakiatna Enjiniring untuk bidang energi nuklir adalah OpenFOAM dan OpenMC. Adapun *computer code* berlisensi lainnya digunakan sesuai kebutuhan proyek.

Selain PT Kakiatna Enjiniring, identifikasi dukungan teknis juga dilakukan terhadap PT PAL Indonesia dalam kaitannya dengan PLTN terapung (FNPP). Hal ini dikarenakan PT PAL telah memiliki pengalaman selama 45 tahun dalam memproduksi kapal, baik kapal penumpang maupun kapal nonn-penumpang (*fuel barge*, kapal penelitian (*research vessel*), kapal militer, dll.). Kapal yang diproduksi memiliki sertifikat klas, baik nasional (BKI) maupun internasional (DNVGL, RINA, ABS, BV, NK, LR). Untuk sertifikasi ASME, PT PAL memiliki sertifikat ASME S, R, dan U.

PT PAL juga telah memiliki pengalaman selama 37 tahun dalam manufaktur industri energi, antara lain komponen dan sistem pada bagian *balance of plant* (BOP) PLTU (kondenser, turbin, *heater*, dll.), instalasi pemrosesan gas, dan struktur lepas pantai (*offshore*). PT PAL bahkan pernah memproduksi *LP & HP casing turbine* untuk PLTN 1000 MW Flamanville. PT PAL telah mampu membangun:

- a. EPCI *Barge Mounted Power Plant* 1x30MW (turbin gas *aeroderivative*);
 - b. EPCIC *Dual Fuel Barge Mounted Power Plant* (BMPP) 60 MW di Ambon dan Kolaka, serta BMPP 30 MW *Towable* yang seluruhnya milik milik PT PLN Indonesia Power; dan
 - c. *Floating Gas Power Plant* (FGPP) *Combined Cycle Gas Turbine* 200 MW.
- Saat ini, PT PAL berusaha melakukan pengembangan teknologi untuk FNPP, *Mobile Vessel Power Plant* (MVPP), dan *Self Propelled Jack Up Barge Power Plant*.

Terkait proyek FNPP, PT PAL telah menjalin kerja sama dengan beberapa perancang reaktor, yaitu:

- a. Thorcon International PTE. LTD. untuk mempelajari dan mengeksplorasi kemungkinan pembuatan komponen TMSR500, seperti *Can* (reaktor, *primary heat exchanger*, *fuel dump tank*), kondenser, BOP, dan *Test Bed Platform*;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 51 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- b. Rosatom untuk pengembangan FNPP;
- c. Seaborg untuk pengembangan teknologi *compact molten salt reactor* (CMSR).

D. Lembaga Pemerintah

Lembaga pemerintah yang berpotensi menjadi TSO eksternal BAPETEN di bidang reviu desain, terutama untuk lingkup *nuclear island* adalah BRIN, khususnya ORTN. Sebagai contoh, kompetensi terkait PSA terdapat pada Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN). Di PRTRN juga sedang dilakukan penelitian analisis desain PLTN tipe *Molten Salt Reactor* (MSR), khususnya perhitungan aspek neutronik. *Computer code* yang digunakan adalah MCNP. Sebuah program bantu juga telah dibuat untuk menghitung proses *feed and bleed* bahan bakar yang merupakan strategi kegiatan manajemen bahan bakar pada MSR. Adapun perhitungan aspek termohidrolik pada MSR belum dilakukan.

E. Institusi/organisasi luar negeri/internasional

Beberapa contoh TSO luar negeri adalah GRS (Jerman), NUTED (Turki), ARSN (Perancis), *Excel Services Corporation* (Amerika), dan AFRY (Swedia), termasuk juga IAEA. TSO luar negeri membantu dalam transfer pengetahuan dan teknologi nuklir ke Indonesia serta memungkinkan pengembangan industri nuklir dalam negeri. Berikut ini adalah uraian singkat (*company overview*) mengenai profil dari salah satu contoh TSO luar negeri, yaitu *Excel Services Corporation*. Excel merupakan TSO yang berpusat di Amerika Serikat dan telah memiliki 40 tahun pengalaman di bidang energi nuklir. Excel menjadi salah satu TSO utama dari perizinan dan dukungan teknis di bidang energi nuklir di Amerika Serikat. Selain di Amerika, Excel juga memiliki pengalaman proyek di lebih dari 31 negara. Tujuan layanan yang diberikan oleh Excel untuk pembangunan PLTN baru adalah berfokus pada strategi, efisiensi biaya pembangunan, dan dukungan teknologi netral. Adapun tujuan layanan untuk PLTN yang sedang beroperasi adalah peningkatan keselamatan dan keamanan, peningkatan kinerja dan efisiensi, serta penurunan biaya operasi.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 52 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Beberapa bentuk layanan yang diberikan, antara lain:

Untuk badan pengawas:

1. Pembentukan *regulatory authority* di bidang ketenaganukliran;
2. Pengembangan kerangka pengawasan ketenaganukliran;
3. Adaptasi kerangka pengawasan yang sudah ada untuk jenis teknologi nuklir baru; dan
4. Pengembangan kepakaran/kompetensi.

Untuk operator:

1. Pemilihan teknologi PLTN;
2. Analisis; dan
3. Dukungan perizinan

Untuk kementerian/NEPIO:

1. *Feasibility Studies*;
2. Pemilihan teknologi;
3. Penyusunan peta jalan;
4. Pengembangan strategi pemangku kepentingan; dan
5. Pengkajian kasus bisnis.

Untuk vendor teknologi:

1. Penyusunan dokumen sertifikasi desain atau *Generic Design Assessment*.

Beberapa contoh layanan yang diberikan oleh Excel, misalnya:

- 1) Konversi peraturan reaktor nondaya menjadi peraturan reaktor daya dengan memberikan rekomendasi bahasa peraturan dan peraturan yang sudah ada;
- 2) Penyiapan permohonan reaktor baru melalui:
 - a. pelatihan teknologi nuklir maju, termasuk pembelajaran;
 - b. dukungan proses praperizinan;
 - c. perencanaan infrastruktur (*staffing*, teknologi, proses, standar)
 - d. harmonisasi pengawasan dan reviu hukum dalam rangka memanfaatkan hasil kerja dari badan pengawas negara lain; serta

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 53 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- e. Pengembangan program pelatihan.
- c. Dukungan proses permohonan izin baru melalui:
 - a. pengembangan rencana proyek (jadwal, struktur, tanggung jawab).
 - b. reviu teknis dan *mentoring*, pemanfaatan hasil pembelajaran internasional dan reviu pengawasan; serta
 - c. pengaturan staf dan partisipasi reviu.

Dukungan yang diberikan Excel untuk PLTN yang baru akan dibangun bertujuan untuk mengarahkan fokus strategi, mengurangi biaya pembangunan, dan memberikan bimbingan yang bersifat netral secara teknologi. Adapun dukungan yang diberikan Excel untuk PLTN yang sudah beroperasi adalah bertujuan untuk meningkatkan aspek keselamatan dan keamanan, meningkatkan efisiensi dan kinerja, serta mengurangi biaya operasi.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 54 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

BAB IV

SIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

IV.1 Simpulan

Berikut ini adalah beberapa simpulan yang dapat ditarik dari hasil kegiatan ini.

1. Kapabilitas teknis yang relevan dan memadai merupakan salah satu kriteria penting dalam pemilihan institusi yang menjadi TSO eksternal;
2. Kerja sama antara BAPETEN dan TSO eksternal dapat menggunakan beberapa macam skema, misalnya membentuk TSO khusus untuk BAPETEN, skema kontrak dengan pihak swasta/BUMN/Perguruan Tinggi, skema kerja sama dengan badan pengawas negara vendor, skema narasumber dengan pakar perorangan, atau skema penunjukan;
3. Dari hasil identifikasi potensi TSO di dalam negeri, diketahui beberapa hal berikut ini.
 - a. Beberapa perguruan tinggi telah memiliki kompetensi teknis yang terkait dengan analisis keselamatan reaktor daya, tetapi belum secara komprehensif mencakup seluruh ruang lingkup yang diperlukan serta belum memiliki sarana perhitungan yang memadai;
 - b. Jasa konsultan dalam negeri yang telah memiliki pengalaman dalam reviu desain PLTN, khususnya di sisi *nuclear island*, belum tersedia.
 - c. Kompetensi di beberapa bidang tertentu, misalnya PSA, belum tersedia secara memadai di dalam negeri;
 - d. Kompetensi dan *analysis tools* untuk reviu desain *advanced reactor*, terutama yang berpendingin selain air seperti reaktor daya tipe MSR, masih perlu dikembangkan;

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 55 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

- e. Khusus untuk PLTN tipe terapung atau *floating* NPP, potensi nasional dalam hal reviu desain telah tersedia, baik dari perguruan tinggi maupun sektor swasta.

Secara umum, potensi nasional dalam hal TSO reviu desain telah tersedia tetapi masih perlu dibina, dikembangkan, serta didukung dengan sarana yang memadai.

- Belajar dari pengalaman Turki dan berdasarkan hasil identifikasi potensi TSO dalam negeri, penyediaan TSO eksternal bagi BAPETEN untuk keperluan reviu desain PLTN memerlukan kombinasi kerja sama dengan beberapa institusi dan pakar perorangan.

IV.2 Rekomendasi Kebijakan

Berikut ini adalah beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat dirumuskan terkait penggunaan TSO eksternal oleh BAPETEN.

- Untuk pengawasan PLTN pertama, BAPETEN dapat menggunakan TSO eksternal melalui skema kombinasi kerja sama dengan badan pengawas negara vendor, perguruan tinggi, BUMN, swasta, dan/atau tenaga ahli perorangan. Namun, untuk kebutuhan pengawasan PLTN kedua dan seterusnya, pembentukan TSO eksternal khusus untuk BAPETEN sangat diperlukan atau melalui pendayagunaan kapasitas TSO internal secara intensif.
- Pemilihan institusi/lembaga yang akan menjadi TSO eksternal bagi BAPETEN harus berdasarkan pada kriteria penerimaan sebagaimana diuraikan pada subbab 3.2. Selain itu, dalam pemilihan/seleksi TSO, sebaiknya melibatkan beberapa calon TSO dan menghindari seleksi tunggal untuk mencegah timbulnya KKN.
- BAPETEN harus mengetahui secara tepat jenis dan rincian dukungan teknis yang diperlukan dari TSO. Pemberian pekerjaan kepada TSO perlu

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 56 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

menggunakan skala prioritas, yakni diutamakan untuk pekerjaan yang belum sepenuhnya mampu dilakukan oleh BAPETEN.

4. Kompetensi SDM BAPETEN perlu dikelola dan ditingkatkan agar memenuhi kualifikasi sebagai *smart customer* sehingga penggunaan TSO benar-benar dapat memenuhi kebutuhan pengawasan secara optimal.
5. BAPETEN perlu melakukan sosialisasi dan komunikasi dengan institusi maupun pakar perorangan yang berpotensi menjadi TSO eksternal dalam rangka membina dan mendorong terbentuknya TSO dengan kapabilitas reviu desain PLTN yang memadai.
6. Identifikasi dan pemetaan kompetensi TSO dalam dan luar negeri perlu dilanjutkan agar pemilihan TSO dapat tepat sasaran sesuai kompetensi yang dimiliki. Mekanisme identifikasi dan pemetaan kompetensi calon TSO perlu ditentukan secara sistematis dan efektif.
7. BAPETEN perlu melakukan pembinaan dalam bentuk kerja sama dengan institusi calon TSO sebagai bagian dari penyusunan rekomendasi kebijakan.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 57 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2021 tentang Klasifikasi, Kualifikasi, Akreditasi, dan Sertifikasi Usaha Jasa Penunjang Tenaga Listrik.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2025 tentang Peraturan Pemerintah Tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko.
3. Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.
4. Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2021 Tentang Klasifikasi, Kualifikasi, Akreditasi, dan Sertifikasi Usaha Jasa Penunjang Tenaga Listrik.
5. Mehmet Kemal Oztas, *Utilization of Technical Support Organizations and Consultants*, Bahan Presentasi 10 Oktober 2024, NUTED.
6. Osman Altunkal, NUTED (*Nuclear Technical Support Organization*), Bahan Presentasi 10 Oktober 2024, NUTED.
7. Donald R. Hoffman, *Excel Services Corporation: Company Overview for BAPETEN*, Bahan Presentasi Agustus 2025, Excel.
8. Alexander Agung, *Penelitian tentang Floating Nuclear Power Plant di Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika*, Bahan Presentasi Rapat Koordinasi 10 Oktober 2025, UGM.
9. Azizul Khakim, Spektrum Teknologi MSR dan Tantangan Pengawasannya, Bahan Presentasi Rapat Koordinasi 22 Oktober 2025, BRIN.
10. Andang Widi Harto, THORGEN MSR, Bahan Presentasi Rapat Koordinasi 27 Oktober 2025, UGM.
11. Zaki Suud, *Simulation Method for Light Water Reactor*, Bahan Presentasi Rapat Koordinasi 5 November 2025, ITB.
12. Wasis Dwi Aryawan, *Identifikasi Bahaya Eksternal Aspek KAUM dan Rekayasa Mitigasi terhadap Pembangkit Listrik*, Bahan Presentasi Rapat Koordinasi 24 November 2025, ITS.
13. Muhammad Fariz, *Business Profile of PT PAL Indonesia*, Bahan Presentasi

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 58 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

Rapat Koordinasi 24 November 2025, PT PAL Indonesia.

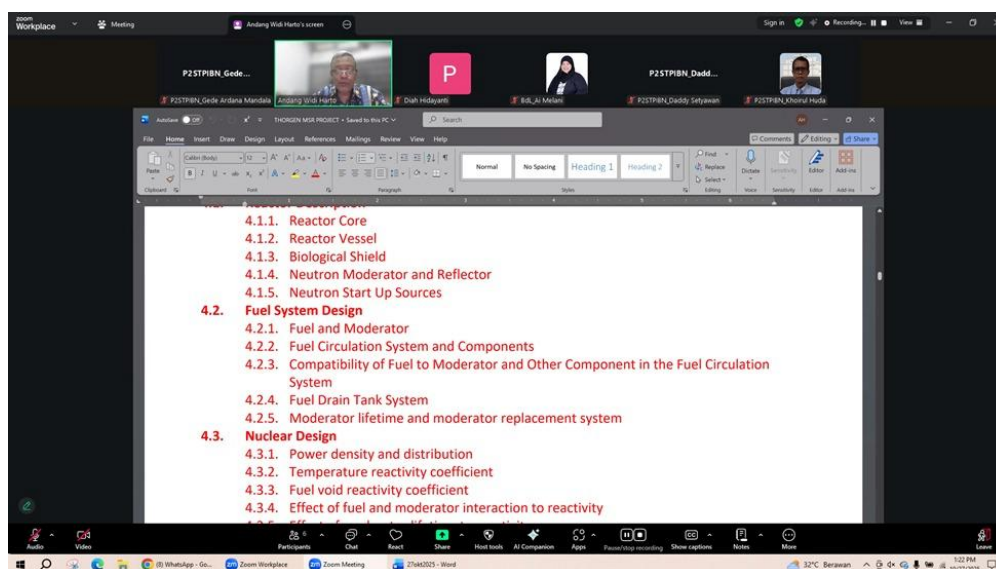
14. Achmad Riadi, Kajian Teknis Hidrodinamika FNPP, Bahan Presentasi Rapat Koordinasi 12 Desember 2025, UI.

No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 59 dari 62

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN

LAMPIRAN

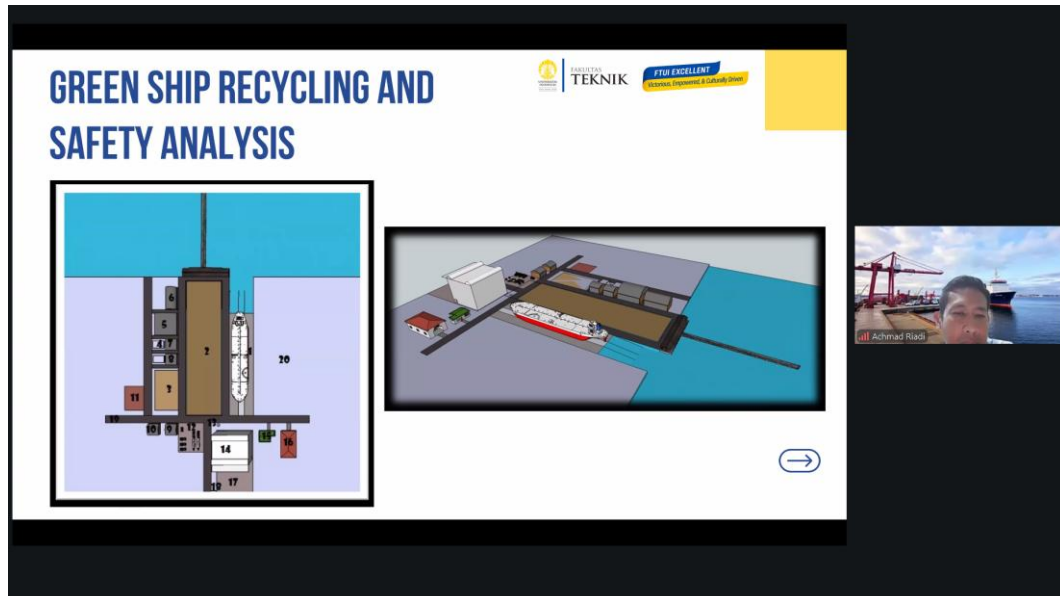
Dokumentasi Kegiatan:



No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 60 dari 62

Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E

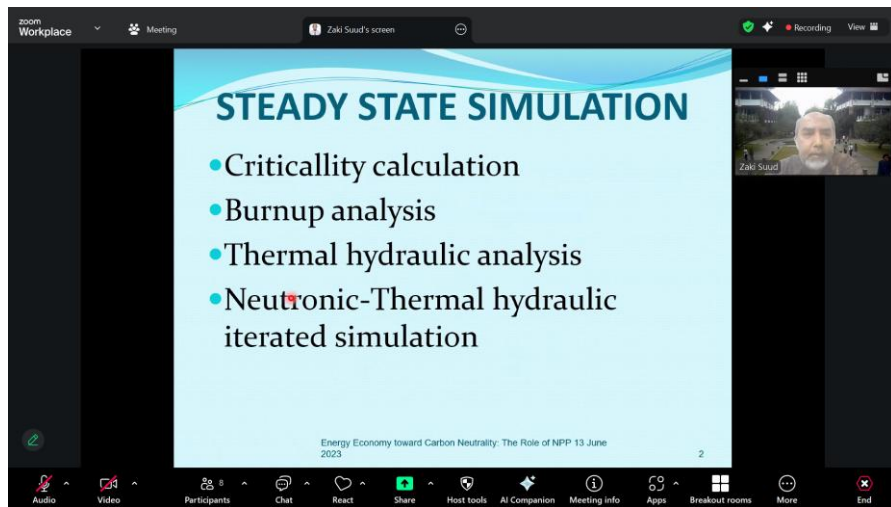
	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN



No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 61 dari 62

Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E

	BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN) Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL: http://www.bapeten.go.id/
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Rekomendasi Kebijakan Pembinaan dan Pembentukan <i>Technical Support Organization</i> (TSO) Pralicensi Desain PLTN



No. Rekaman : LT/STI/KN00/P2STPIBN/14/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Halaman : 62 dari 62

Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E