



## KONSEP INTEGRASI PERSYARATAN SEIFGARD KE DALAM DISAIN INSTALASI NUKLIR

**Endang Susilowati**

*Pusat Reaktor Serba Guna, BATAN, PUSPIPTEK Serpong, Tangerang, 15310  
E-mail: endang@batan.go.id*

### ABSTRAK

**KONSEP INTEGRASI PERSYARATAN SEIFGARD KE DALAM DISAIN INSTALASI NUKLIR.** Pelaksanaan seifgard di suatu fasilitas nuklir akan dipermudah apabila pendekatan seifgard dirancang dan diakomodasikan sejak fasilitas/ instalasi nuklir masih berada pada tahapan disain. Informasi disain fasilitas yang merupakan salah satu persyaratan seifgard dibutuhkan untuk menganalisis tata letak dan sifat operasi fasilitas, jenis dan jumlah bahan nuklir yang dimanfaatkan serta jalur penyimpangan yang kemungkinan akan digunakan operator untuk menyalahgunakan dan menyembunyikan bahan nuklir. Semua informasi tersebut merupakan modal untuk menentukan tindakan seifgard agar tujuan seifgard sebagai corner stone dari proliferation resistance dapat tercapai. Makalah ini memperkenalkan dan membahas konsep integrasi persyaratan seifgard ke dalam instalasi nuklir ketika instalasi masih dalam tahap desain, dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan seifgard. Lingkup bahasan dititik beratkan kepada tiga persyaratan seifgard meliputi informasi desain fasilitas, akuntansi bahan nuklir dan containment/ surveillance. Informasi desain memberikan gambaran yang lengkap kepada IAEA akan lokasi/ rute pergerakan bahan nuklir serta lokasi penting dan strategis yang dapat ditetapkan sebagai titik pengukuran bahan nuklir dan diperlukan sebagai dasar untuk melaksanakan akuntansi. Pergerakan bahan nuklir perlu diikuti terus pergerakannya dengan cara memasang containment/ surveillance. Dengan mengintegrasikan semua persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi nuklir, pelaksanaan seifgard dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisien.

**Kata kunci :** seifgard, nuklir, disain

### ABSTRACT

**INTEGRATION OF SAFEGUARDS REQUIREMENT CONCEPT INTO NUCLEAR INSTALLATION DESIGN.** Safeguards approaches accommodated since nuclear facility on design phase may facilitate its implementation. Nuclear facility's design information is required to analyze various information such as a layout and operation's nature of a nuclear facility, type and amount of nuclear material used and pathways probably utilized to divert and conceal of nuclear material. All those information constitute as a modal to establish safeguards measures. Safeguards implementation is deemed as a corner stone of proliferation resistance. Aim of this paper is aimed to discuss several safeguards measures required to be accommodated to a nuclear power plant since its design phase. Discussion is emphasized on three safeguards requirements including facility design information, nuclear material accountancy and containment/ surveillance. Design information will provide comprehensive illustration to the IAEA concerning pathways for nuclear material movement and strategic location for nuclear material key measurement points which constitute as a bases for nuclear material accountancy implementation. Continuity of knowledge to nuclear material existence is strongly maintained using containment/ surveillance equipment. Integrating safeguards components to design stage may assure effective and efficient safeguards accomplishment.

**Key word:** safeguards, nuclear, design



## PENDAHULUAN

Konsep penguatan regim non-proliferasi nuklir dikembangkan secara kontinyu oleh para ahli nuklir internasional. Project IAEA terkait dengan Inovasi Reaktor Nuklir dan Siklus Bahan Nuklir (INPRO) merefleksikan salah satu usaha kearah penguatan tersebut. Prinsip dasar pertama INPRO adalah bahwa tindakan dan fitur penangkalan proliferasi sebaiknya diadopsikan ke dalam keseluruhan tahapan inovasi sistem energi nuklir untuk menjamin agar sistem energi nuklir tidak memberikan peluang ke Negara anggota untuk mengembangkan senjata nuklir, dimulai sejak bahan nuklir ditambang sampai bahan nuklir disimpan di penyimpanan lestari. Ada dua kategori penangkalan proliferasi meliputi penangkalan *extrinsic* dan penangkalan *intrinsic*. Elemen penangkalan proliferasi *extrinsic* meliputi perjanjian *non-proliferation* (NPT), perjanjian seifgard (*comprehensive safeguards agreement* dan protokol tambahan), serta komitmen, kewajiban dan kebijakan negara berkaitan dengan non-proliferasi. Sedang penangkalan *intrinsic* terkait dengan disain sistem energi nuklir.

Fitur penangkalan proliferasi yang bersifat *intrinsic* dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan penghalang teknis ke dalam tahapan disain siklus bahan nuklir. Sifat penghalang ini adalah mempersulit tindakan penyimpangan dan penyalahgunaan bahan nuklir, fasilitas, peralatan dan proses terkait dengan pengembangan senjata nuklir. Manfaat dari penghalang teknis lainnya adalah mempermudah pengembangan pendekatan dan pelaksanaan seifgard. Beberapa metode pengembangan teknis penangkalan proliferasi adalah: Mengurangi nilai strategis bahan nuklir pada semua tahapan siklus bahan nuklir; mengintegrasikan fitur disain dengan tujuan untuk menghilangkan semua atau sebagian *acquisition path* yang mengakibatkan bahan senjata nuklir susah diakses dan metoda ketiga adalah mengintegrasikan persyaratan seifgard ke dalam tahapan disain siklus bahan nuklir dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan seifgard. Dengan munculnya protokol tambahan dan selanjutnya berevolusi ke integrated seifgard, pengembangan konsep fitur *intrinsic* sebagai penghalang teknis proliferasi semakin mendapat perhatian di kalangan para ahli seifgard.

Makalah ini memperkenalkan dan membahas konsep integrasi persyaratan seifgard ke dalam instalasi nuklir ketika instalasi masih dalam tahap disain, dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan seifgard. Kenyataan yang ada sampai saat ini adalah bahwa seifgard baru mulai dilaksanakan ketika tahapan disain

instalasi selesai dikerjakan bahkan seifgard tradisional memberlakukannya setelah instalasi selesai dibangun. Kondisi ini dipandang tidak fleksibel. Sebagai contoh adalah ketika inspektorat IAEA akan memasang peralatan verifikasi seifgard, kadang-kadang pihak fasilitas perlu memodifikasi instalasinya karena conduit/ kabel perlu menetrasi dinding. Disamping perlu biaya tambahan, dari segi kegiatan operator dan waktu akan sangat mengganggu. Hal inilah yang menjadi pemikiran para ahli seifgard untuk mencari solusi praktis dan menguntungkan. Dan yang lebih penting lagi adalah bahwa integrasi persyaratan seifgard secara dini ke dalam disain instalasi akan mendukung dan mempermudah pelaksanaan seifgard karena persyaratan seifgard telah menjadi fitur *intrinsic* operasi fasilitas sehingga fasilitas bersifat *proliferation resistance*. *Proliferation resistance* merupakan tujuan akhir dari tindakan verifikasi seifgard.

Diharapkan pengenalan konsep integrasi persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi dapat berguna bagi semua pihak terkait termasuk pengambil keputusan apabila di masa mendatang Indonesia berencana membangun suatu instalasi nuklir baru.

## FITUR *INTRINSIC* PENGHALANG PROLIFERASI

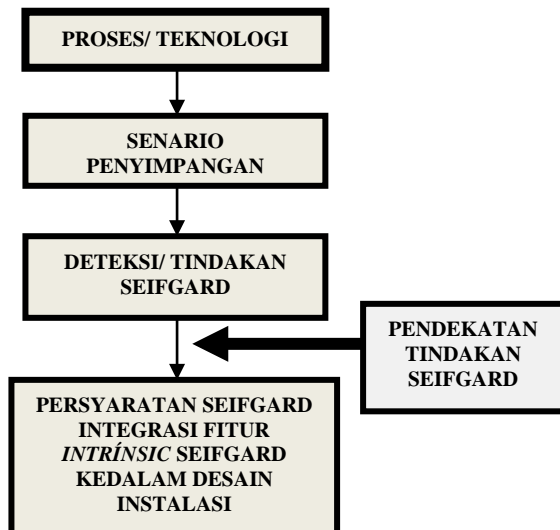
Fitur teknis instalasi nuklir bersifat *intrinsic* dan berpotensi untuk mempersulit atau sebaliknya mempermudah pelaksanaan verifikasi seifgard. Integrasi persyaratan seifgard ke dalam instalasi nuklir ketika instalasi masih dalam tahapan disain dapat menghalangi maksud proliferasi mengakuisisi bahan senjata nuklir melalui instalasi/ fasilitas yang dideklarasikan. Potensi *acquisition path* bahan senjata nuklir di dalam instalasi dapat diantisipasi bahkan mungkin dihilangkan. Ataupun dalam hal potensi *acquisition path* masih tersedia, analisis resiko dapat dipelajari dan direspon dengan pendekatan dan tindakan seifgard. Mekanisme pendekatan seifgard tingkat fasilitas dengan mengintegrasikan fitur *intrinsic* penghalang proliferasi ditunjukkan pada Gambar 1.

Penangkalan proliferasi tingkat fasilitas merupakan hasil kajian dari beberapa faktor. Dimulai dari faktor proses/ teknologi yang diterapkan di suatu instalasi nuklir, kajian terhadap jenis bahan nuklir yang dimanfaatkan (diproduksi, digunakan, diangkut dan dibuang) harus dilakukan. Jenis bahan nuklir bervariasi dan dikelompokkan menurut mudahnya tidaknya bahan nuklir tersebut dikembangkan menjadi senjata nuklir. Ciri mudah tidaknya pengembangan senjata nuklir diacu dari kandungan isotop, bentuk



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

fisik dan bentuk kimia seperti yang dikategorikan di dalam sistem seifgard.<sup>1)</sup> Oleh sebab itu bahan nuklir yang dimanfaatkan diusahakan memenuhi kriteria sebagai penghalang proliferasi, salah satu cara adalah dengan mengurangi nilai strategis bahan nuklir. Beberapa cara untuk mengurangi nilai strategis bahan nuklir meliputi : Mengurangi konsentrasi bahan fisil yang mengakibatkan menaikkan jumlah bahan bakar bekas sampai mencapai 1 *significant quantity (SQ)* yang diperlukan untuk pengembangan senjata nuklir, menambah penghalang kimia terhadap bahan nuklir yang akan diselewengkan, sehingga mengakibatkan proses olah ulang sulit dilakukan, sebagai contoh adalah penggunaan bahan bakar silisida. Silisida lebih sulit di olah ulang dari pada bahan bakar oksida. Metoda lainnya adalah dengan menurunkan kualitas isotop bahan nuklir, mengakibatkan bahan fisil yang terkandung di dalam bahan bakar bekas tidak memenuhi syarat untuk dijadikan senjata nuklir. Sebagai contoh adalah bahan nuklir Pu. Pu dengan kandungan isotop Pu-238 > 80% akan sulit dijadikan bahan senjata nuklir. Sedangkan uranium dengan pengkayaan < 20% akan lebih lama dikonversikan menjadi senjata nuklir dibanding uranium dengan pengkayaan 20% atau lebih. Kajian lanjut adalah mengidentifikasi senario penyimpangan bahan nuklir dengan tujuan untuk menentukan langkah-langkah penangkalan dengan menggunakan tindakan seifgard.



Gambar 1. Mekanisme pendekatan seifgard tingkat fasilitas dengan mengintegrasikan persyaratan seifgard/ fitur *intrinsic* penghalang proliferasi<sup>2)</sup>

Faktor lain adalah kompleksitas proses pemanfaatan bahan nuklir. Pada umumnya *proliferator* lebih suka menggunakan fasilitas

terpisah. Modifikasi terhadap fasilitas yang dideklarasikan, apabila harus dilakukan juga harus mempertimbangkan aspek keselamatan pengoperasian fasilitas, upaya dan waktu untuk memodifikasi serta tingkatan daya jika yang dimodifikasi adalah reaktor nuklir. Senario pengembangan bahan senjata nuklir ini membutuhkan tenaga profesional yang berpengalaman, tambahan peralatan, bahan dan waktu yang relatif lama dan berpotensi untuk terdeteksi oleh tindakan seifgard.

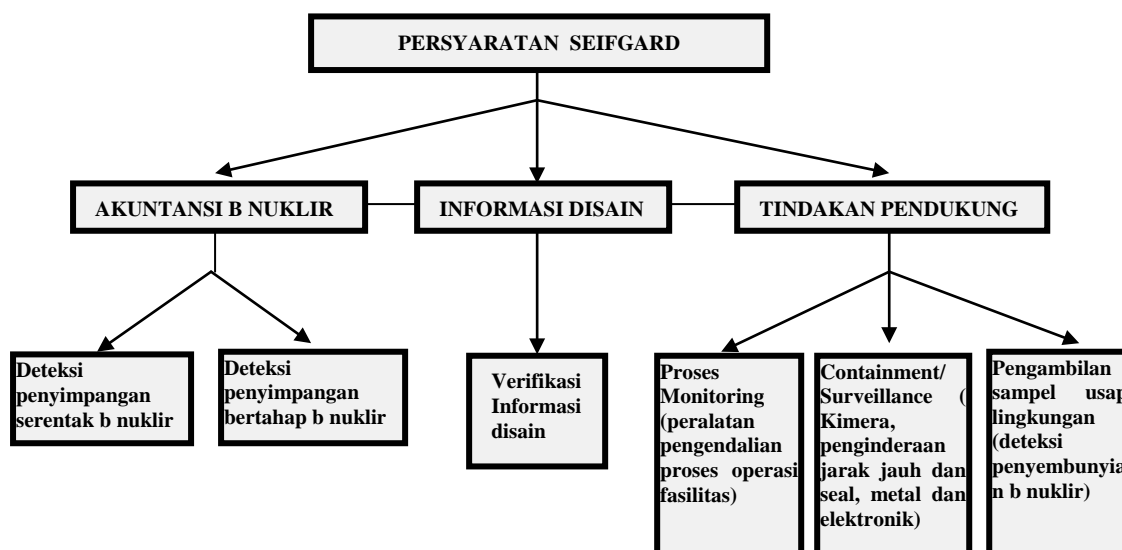
Tindakan seifgard yang telah dilaksanakan mulai tahapan disain yaitu dengan mengintegrasikan persyaratan seifgard ke dalam fungsional operasi fasilitas berkontribusi kuat terhadap pencapaian tujuan non-proliferasi.

### PERSYARATAN SEIFGARD

Sistem seifgard untuk memverifikasi bahan dan aktivitas nuklir yang dideklarasikan oleh Negara direfleksikan oleh tiga persyaratan seifgard meliputi informasi disain, akuntansi bahan nuklir, dan tindakan pendukung lainnya. Diagram yang menunjukkan hirarki persyaratan seifgard ditunjukkan pada Gambar 2.<sup>3)</sup>

Sebagian besar informasi yang dibutuhkan IAEA untuk menetapkan pendekatan seifgard tersedia di dalam *Design Information Questionnaire (DIQ)*. *DIQ* harus diserahkan oleh Negara ke IAEA segera setelah *Comprehensive Safeguards Agreement (CSA)* antara Negara terkait dengan pihak IAEA ditanda tangani.<sup>1)</sup> Peraturan ini berlaku untuk instalasi nuklir yang telah dibangun sebelum CSA *in-force*. Pada awal pelaksanaan seifgard informasi disain diserahkan oleh Negara ke IAEA setelah fasilitas selesai dibangun tetapi sebelum bahan nuklir pertama kali diterima di fasilitas. Dengan diintegrasinya protokol tambahan ke sistem seifgard tradisional, informasi disain harus diserahkan ke IAEA lebih awal yaitu ketika Negara baru berencana untuk membangun instalasi nuklir. Ketentuan ini memberikan waktu yang cukup kepada IAEA untuk melakukan analisis dan evaluasi berkaitan dengan pendekatan seifgard yang perlu dikenakan ke fasilitas.

*DIQ* menjelaskan tentang deskripsi lengkap fasilitas, jenis-jumlah- bentuk bahan nuklir yang dimanfaatkan, tata letak fasilitas dan fitur *containment* yang terkait dengan sistem seifgard. Informasi yang diperoleh dari *DIQ* digunakan sebagai acuan menyiapkan pendekatan seifgard, prosedur dan target inspeksi.



Gambar 2. Hirarki Persyaratan Seifgard

Pengujian dan verifikasi DIQ dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi fitur fasilitas secara rinci terkait dengan pelaksanaan sistem seifgard agar target verifikasi tidak menyimpang dari tujuan seifgard. Fungsi lain dari informasi DIQ adalah bahwa Neraca Bahan Nuklir (Material Balance Areas, MBA) dan titik-titik strategis pengukuran (*Key Measurement Point, KMP*) untuk kepentingan model akuntansi bahan nuklir dapat ditentukan. Adalah hal sangat penting bahwa inspektur mempunyai pandangan yang jelas tentang batas-batas daerah neraca bahan nuklir sejak instalasi mulai didisain, dengan maksud agar strategi penempatan peralatan seifgard dapat dilakukan pada lokasi yang tepat. Lokasi pengukuran strategis serta jalur pergerakan bahan nuklir perlu diidentifikasi. Dengan mengetahui tata letak ruangan di fasilitas jalur penyimpangan yang berpotensi digunakan operator dievaluasi dan risikonya diminimalisir.

Dalam hal akuntansi bahan nuklir, fasilitas harus mampu menjamin keberadaan bahan nuklir, membuktikan tidak ada bahan nuklir yang disembunyikan, tidak adanya penyelewengan bahan nuklir baik penyelewengan seketika atau secara bertahap. Persyaratan ini membutuhkan suatu sistem akuntansi dan teknik pengukuran bahan nuklir yang akurat. Konsep fisik akuntansi seifgard adalah memantau secara efektif aliran bahan nuklir dengan menggunakan peralatan seifgard pada tempat-tempat strategis di fasilitas, secara berkala diadakan penutupan neraca bahan nuklir dengan melakukan inventori fisik; melakukan verifikasi secara independen terhadap keseluruhan akuntansi yang dilakukan oleh operator menggunakan uji merusak maupun uji

tidak merusak. Sebagai tindakan pendukung terhadap pergerakan bahan nuklir di dalam fasilitas peralatan *containment/ surveillance (C/S)* perlu dipasang di tempat-tempat strategis.

Sistem seifgard IAEA akan memanfaatkan penghalang fisik yang telah tersedia di fasilitas, sebagai contoh adalah tembok beton, dinding tangki, pipa-pipa sebagai *containment/ pengungkung* yang membatasi akses dan mengendalikan pergerakan bahan nuklir<sup>4)</sup> Penetrasi terhadap penghalang fisik diusahakan seminimal mungkin. Penetrasi/ *exit hatch* yang tidak ditujukan untuk jalur pergerakan bahan nuklir harus didisain sedemikian rupa sehingga bahan nuklir memang tidak dapat melewatinya. Untuk mempertahankan *continuity of knowledge* dari bahan nuklir yang terkena seifgard, peralatan *surveillance* yang terdiri dari kamera berikut servernya yang berfungsi untuk menerima dan menyimpan gambar yang terekam dipasang di lokasi strategis fasilitas. *Surveillance* kemudian di *review* untuk menyimpulkan kebenaran deklarasi yang diserahkan operator. *Exit hatch* yang berpotensi dapat digunakan sebagai jalur penyimpangan sebaiknya disegel untuk menghalangi tindakan ilegal yang mungkin dilaksanakan oleh operator. Segel yang rusak merupakan suatu anomali yang memerlukan tindakan verifikasi ulang.

#### **INTEGRASI PERSYARATAN SEIFGARD KE DALAM TAHAPAN DISAIN**

Mengintegrasikan persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi nuklir melibatkan beberapa pihak diantaranya adalah *technology holder/ designer*, badan pengawas nasional, IAEA dan



**PROSIDING SEMINAR**  
**PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR**  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011

operator instalasi dengan tujuan untuk mengoptimalkan unsur-unsur keselamatan, keamanan, ekonomi dan seifgard ke dalam fitur *intrinsic* instalasi. Pengalaman membuktikan bahwa masing-masing unsur tersebut mempunyai target yang berbeda dan kadang-kadang pada arah yang *divergen*. Sebagai contoh adalah menambahkan instrumentasi dan peralatan seifgard ke dalam instalasi yang telah selesai dibangun

bahkan telah beroperasi membutuhkan prosedur yang rumit, mahal, tidak efisien dan mengganggu unsur yang lain. Oleh sebab itu memasukkan unsur seifgard secara dini ke dalam disain dengan terlebih dahulu mendiskusikan dengan pihak *designer* dan operator akan memberikan banyak manfaat. Proses integrasi persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi ditunjukkan dalam Tabel 1.<sup>5)</sup>

Tabel 1. : Proses Integrasi Persyaratan Seifgard ke dalam Disain Instalasi

Tahapan Disain	SSAC	IAEA	<i>Designer</i> dan Operator
R & D	Menyediakan informasi ke IAEA mengacu kepada protokol tambahan	Mengumpulkan pengalaman pelaksanaan seifgard ( <i>best practices</i> )	Mengembangkan konsep fisik instalasi
<i>Pre-Conceptual design</i>	Menyerahkan <i>preliminary design</i> ke IAEA	Menyediakan manual persyaratan seifgard	Mengembangkan konsep fisik instalasi
<i>Preliminary design</i>	Menyediakan DIQ	Pendekatan seifgard Evaluasi Informasi desain	<i>Preliminary design</i>
<i>Final design</i>	Draft <i>facility attachment</i>		-
Konstruksi		DIV/ instalasi seifgard	-
Komisioning	<i>Final facility attachment</i>	DIV	-
Operasi		Inspeksi; DIV	-

Proses integrasi persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi membutuhkan pengertian dan kesadaran pihak *designer* dan operator tentang prinsip-prinsip penangkalan proliferasi. Interaksi yang kondusif diantara pihak terkait yang dimulai sejak penelitian dan pengembangan (R&D), melalui pertukaran informasi, sangat diperlukan untuk mendapatkan titik temu guna mempermudah pelaksanaan seifgard. Berdasar kepada pengalaman melaksanakan seifgard, IAEA dapat mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan sistem seifgard, *best practices* dapat diacu oleh IAEA dan secara dini diintegrasikan ke dalam persyaratan disain, diterapkan pada instalasi yang baru. Organisasi SSAC harus menyediakan informasi *preliminary design* ke IAEA. Bertitik tolak dari informasi *preliminary design*, IAEA akan mengkaji pendekatan seifgard yang cocok untuk instalasi nuklir terkait. Semua persyaratan seifgard yang akan diintegrasikan ke dalam disain harus diinformasikan ke pihak *designer*. *Design Information Questionnaire (DIQ)* berdasar kepada *preliminary design* harus diserahkan oleh organisasi SSAC ke IAEA paling lambat 180 hari sebelum instalasi mulai dibangun, Sedangkan DIQ lengkap yang menjelaskan fitur fasilitas harus diserahkan oleh SSAC ke IAEA harus diserahkan paling lambat 120 hari sebelum bahan nuklir diterima fasilitas. Atas dasar informasi di dalam DIQ, IAEA menyiapkan *facility attachment*, suatu

dokumen yang berisi ketentuan pelaksanaan seifgard di setiap fasilitas nuklir

Dengan berkonsultasi dengan operator, *designer* akan merancang, membentuk gambar skematik, mengembangkan disain instalasi dan menyiapkan dokumen konstruksi sebelum instalasi dibangun.

Dalam kegiatan perencanaan fungsi dan persyaratan yang harus dipunyai fasilitas harus didaftar agar nantinya operasi fasilitas dapat berjalan tanpa hambatan. Informasi yang dibutuhkan selama fase perencanaan meliputi identifikasi dan deskripsi singkat fasilitas, tujuan, kapasitas nominal dan lokasi geografis. Dalam tahap inilah persyaratan seifgard sebaiknya diakomodasikan untuk mendukung agar tujuan verifikasi bahan nuklir ketika fasilitas sudah beroperasi dapat dipenuhi dengan mudah dan dengan cara yang efektif. Persyaratan seifgard ini dapat dijadikan bagian dari persyaratan fungsional fasilitas.

Pembuatan gambar skematik instalasi dimulai ketika semua fitur instalasi telah diidentifikasi. Dalam tahap ini bentuk dan tata letak ruangan di dalam fasilitas mulai ditentukan. Persyaratan fungsional untuk mengoperasikan fasilitas dalam tahap ini meliputi proses alir bahan nuklir berikut peraturan standar pengoperasian mulai digambar secara skematik. Informasi tentang lokasi dan pergerakan bahan nuklir dan tata letak



peralatan penting yang digunakan untuk pemanfaatan bahan nuklir juga harus disediakan. Lokasi strategis pengukuran bahan nuklir, suatu lokasi dimana informasi penting tentang aliran dan inventori bahan nuklir dapat diperoleh, perlu segera ditentukan. Mengintegrasikan persyaratan seifgard dalam tahap ini berarti merefleksikan penghalang *intrinsic* teradopsi di dalam disain fasilitas.

Langkah selanjutnya adalah pengembangan disain. Metoda untuk mengidentifikasi penyimpangan bahan nuklir dikembangkan di dalam tahap ini. Termasuk diantaranya adalah proses pemantauan, keperluan akan peralatan C/S, pengambilan sampel usap lingkungan dan verifikasi informasi disain. Tahap ini sangat cocok untuk mengadopsi *best practices* yang telah berhasil dilaksanakan pada waktu lampau ataupun untuk mengimplementasikan temuan-temuan teknis baru untuk memverifikasi persyaratan seifgard. Selama tahap ini perubahan disain bila diperlukan, akan mudah dilaksanakan sehingga persyaratan seifgard termasuk pemasangan peralatan C/S dapat terintegrasi di dalam disain dan efek lanjut pelaksanaan seifgard akan dipermudah.

Ketika disain instalasi nuklir telah selesai diidentifikasi dan direpresentasikan melalui gambar skematik, dokumen konstruksi telah dapat dikembangkan. Yang perlu diperhatikan pada tahap ini adalah bahwa bila ada perubahan disain tidak akan berdampak negatif terhadap persyaratan seifgard.

## PEMBAHASAN

Konsep mengintegrasikan persyaratan seifgard sejak tahapan disain apabila berhasil direalisasikan akan mengurangi beban dan memudahkan pelaksanaan seifgard. Tahapan disain adalah waktu yang paling tepat dan fleksibel untuk memasukkan unsur-unsur teknis penghalang proliferasi melebur menjadi satu dengan persyaratan keselamatan, keamanan dan menjadi bagian operasional fasilitas yang bersifat melekat. Manfaat bagi operator adalah bahwa kegiatan verifikasi seifgard tidak akan terlalu mengganggu meskipun verifikasi dilakukan ketika fasilitas sedang beroperasi. Tetapi sebaliknya bagi operator yang berniat melakukan tindakan ilegal akan menemui banyak kesulitan karena disain instalasi sudah tidak ramah lagi untuk melakukan kegiatan ilegal. Peralatan verifikasi seifgard yang berupa monitor radiasi, kamera mampu mengawasi pergerakan bahan nuklir dan kegiatan ilegal operator bahkan alat penginderaan jarak jauh dapat mendeteksi *in real-time*. *Acquisition path* yang berpotensi untuk menyelewengkan bahan

nuklir dan telah diidentifikasi sejak dini dapat dikurangi resikonya, sebagai contoh adalah dengan memasang segel atau mengawasi dengan kamera.

Integrasi persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi nuklir saat ini masih dalam konsep. Tetapi tidak ada salahnya apabila konsep ini mulai dikaji dan dianalisa apabila Indonesia bermaksud membangun instalasi nuklir baru. Tujuan verifikasi seifgard akan mudah dilaksanakan karena fasilitas bersifat *safeguarability*.

Realisasi konsep integrasi seifgard ke dalam tahapan disain akan mecatuskan suatu pendekatan baru yaitu kegiatan seifgard terimplementasikan di dalam kegiatan operasi fasilitas dan menjadi bagian yang tak terpisahkan dan dikategorikan sebagai karakteristik *intrinsic* fasilitas.

Meskipun konsep ini masih prematur dan belum ada regulasi yang mengikat, usaha-usaha ke arah terealisasinya konsep ini perlu didukung guna menciptakan sistem energi nuklir yang aman dan damai sesuai yang diamanatkan dalam cita-cita INPRO bahwa sistem energi nuklir tidak memberikan peluang atau tidak menarik bagi proliferasi senjata nuklir untuk melakukan aksinya.

## KESIMPULAN

Konsep integrasi persyaratan seifgard ke dalam disain instalasi nuklir akan sangat bermanfaat dalam memperkuat sistem seifgard. Persyaratan seifgard menjadi bersifat melekat di dalam operasi fasilitas. Sistem seifgard dapat terlaksana secara efektif dan efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA –TRS No.392 “Design Measures to Facilitate Implementation of Safeguards at Future Water Cooled Nuclear Power Plants”, IAEA-Vienna, 1998.
2. ECKHARD HAAS “Proliferation Resistance and International Safeguards”, Department of Safeguards, IAEA, Vienna.
3. C. SCHERER at all, “Incorporating Safeguards Early into Facility Design Phases”, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, USA, 2010.
4. IAEA-TECDOC 1575. Rev 1., “Guidance for Application of an assessment Methodology for Innovative Nuclear Energy System” INPRO Manual, Overview of the Methodology, IAEA, Vienna, 2008
5. F. SEVINI at all, “Development of IAEA High Level Guidelines for Designer and Operators: Safeguards by Design”, European Commission-IAEA, 2008



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR**  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011

---

---

## TANYA JAWAB

### Suwarto

- Apakah ada hubungannya antara seifguard dengan safety pada sebuah instalasi nuklir?

#### **Endang Susilowati**

- ✧ *Konsep safeguard, safety dan security sedang diusahakan in harmony, dalam arti bahwa safeguard dan safety tidak konflik, sebagai contoh adalah medan radiasi dari sisi seifgard dapat saja positif dalam hal menghalangi proliterasi*

### Umar Sahiful Hidayat

- Bagaimana jika suatu negara belum menandatangani perjanjian seifgard akan membangun fasilitas nuklir?
- Adakah sanksi dari yang berwenang (PBB/IAEA) jika sebuah fasilitas keluar dari perjanjian seifgard?

#### **Endang Susilowati**

- ✧ *Penandatanganan perjanjian seifgard adalah konsekuensi dari penandatanganan NPT. Boleh saja negara itu membangun instalasi nuklir, hanya saja pihak IAEA dan negara*

*pemasok akan merekomendasikan agar negara terkait menandatangani NPT dan perjanjian seifgard.*

- ✧ *Negara yang keluar dari keanggotaan NPT diatur pada salah satu pasal NPT (pasal 11), sebagai contoh adalah DPRK (Korea Utara) implementasi pasal yang terkait dengan penarikan diri belum diatur pada peraturan-peraturan lanjut.*

### A Suprijanto

- ketika instalasi nuklir telah beroperasi, bagaimana seifgard melacak bahan nuklir jika terjadi kehilangan bahan nuklir berbentuk curah karena proses penelitian dan pengembangan di instalasi nuklir?

#### **Endang Susilowati**

- ✧ *Cara melacak adalah dengan sistem akuntansi bahan nuklir, dengan uji merusak, dengan menguji konsistensi antar dokumen seifgard. kehilangan bahan nuklir di instalasi dalam bentuk curah dapat dipahami ( dalam jumlah tertentu) setiap jenis instalasi nuklir mempunyai batasan yang berbeda tentang seberapa banyak bahan nuklir hilang yang diperbolehkan.*