

INSPEKSI SEIFGARD *INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY*

Endang Susilowati

ABSTRAK

INSPEKSI SEIFGARD *INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY*. Inspeksi seifgard *International Atomic Energy Agency (IAEA)* adalah salah satu tindakan untuk memverifikasi bahan nuklir yang dideklarasikan oleh operator agar supaya operator tidak menyalahgunakan bahan nuklir tersebut untuk pembuatan senjata nuklir. Inspeksi dilaksanakan ke semua fasilitas nuklir/ LOF di semua negara anggota IAEA. Dasar hukum inspeksi seifgard adalah INFCIRC/ 153. Akuntansi bahan nuklir adalah elemen pokok untuk menjalankan inspeksi. *Containment* dan *surveillance* adalah instrumen pelengkap untuk menunjang keberhasilan inspeksi. Bahan nuklir yang dikenai seifgard adalah uranium-235 diperkaya, natural U, depleted U, plutonium serta U233. Target inspeksi seifgard meliputi dua komponen, *quantity component* dan *timeliness component*. *Quantity component* berhubungan dengan lingkup dari kegiatan inspeksi yang harus dilaksanakan agar supaya IAEA dapat menyimpulkan ada tidaknya penyimpangan bahan nuklir sebanyak 1 *Significant Quantity (SQ)* atau lebih pada rentang waktu 1 *Material Balance Period (MBP)* dan juga ada tidaknya produksi/ pemisahan *direct-use nuclear material* yang tidak dilaporkan. Sedangkan *timeliness component* berhubungan dengan frekuensi kegiatan inspeksi yang harus dilaksanakan untuk mampu menyimpulkan ada tidaknya *abrupt diversion* selama periode tertentu atau suatu periode dimana bahan nuklir jenis tertentu berhasil dikonversikan menjadi bahan nuklir yang mudah dibikin senjata nuklir. Dengan semakin besarnya tantangan di dalam menghadapi perkembangbiakan senjata nuklir dibarengi dengan semakin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi, tindakan seifgard telah berhasil diperluas dan diperkuat yang kemudian diintegrasikan di dalam sistem yang sudah ada. Pendekatan seifgard yang baru ini dijabarkan di dalam dokumen *integrated safeguards*.

ABSTRACT

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY SAFEGUARDS INSPECTION. *International Atomic Energy Safeguards Inspection is a measure to verify nuclear material declared by operator in order to provide assurance that there was no diversion to nuclear weapon purposes. Inspections are performed to all nuclear facilities/ Location Outside Facilities (LOFs) in the entire member States. Its legal aspects are defined in the Comprehensive Safeguards Agreement INFCIRC/ 153. Nuclear material accountancy constitute as a backbone of the inspection supporting by containment and surveillance measures (C/S). Nuclear material subjected to safeguards covering of enriched U-235, natural and depleted uranium, plutonium and u-233. Inspection goal for a facility consists of a quantity component and a timeliness component. The quantity component relates to the scope of the inspection activities necessary in order to provide assurance that there was no diversion of a significant quantity (SQ) of nuclear material over a material balance period (MBP). The timeliness component on the other hand relates to the period inspection activities necessary to provide assurance that no abrupt diversion has taken place for nuclear weapon purposes. To overcome a great challenges in the future relate to proliferation of nuclear weapon and rapid*

development of nuclear technology, the safeguards system has successfully been broadened and strengthened and it further integrated in the traditional system. This new system is described in the Integrated Safeguards Document.

PENDAHULUAN

Seifgard IAEA adalah suatu instrumen penting yang mampu meyakinkan dunia bahwa negara-negara anggota IAEA patuh memenuhi komitmennya untuk menggunakan bahan nuklir dan fasilitasnya hanya untuk maksud damai atau sebaliknya IAEA akan memberikan peringatan apabila ada negara yang melanggar.

Pendekatan seifgard untuk memverifikasi deklarasi bahan nuklir dari operator/State authority ditetapkan dengan mempertimbangkan dan menganalisis skenario jalur-jalur penyimpangan yang kemungkinan akan digunakan untuk melaksanakan penyimpangan bahan nuklir termasuk bahan nuklir yang diproduksi melalui iradiasi yang tidak dilaporkan atau proses pemisahan ilegal *direct-use material*. Faktor lain yang dipertimbangkan di dalam menetapkan pendekatan seifgard adalah ciri disain fasilitas, kemudahan akses ke lokasi bahan nuklir serta sistem pengukuran dan metoda analisa yang tersedia di IAEA.

Kegiatan seifgard didasarkan kepada pengkajian *correctness* dan *completeness* atas bahan dan aktivitas nuklir yang dideklarasikan oleh suatu negara. Kegiatan verifikasi seifgard dilaksanakan dengan menetapkan suatu kerangka kerja yang menjelaskan jenis dan intensitas kegiatan yang perlu dilaksanakan. Kegiatan tersebut dijabarkan dan direalisasikan di dalam beberapa tindakan verifikasi yang meliputi : verifikasi informasi disain (DIV); inspeksi ke fasilitas dan inspeksi ke lokasi diluar fasilitas (LOFs) serta *complementary access* (CA) ke seluruh kawasan negara. Kegiatan lanjut yang sangat bermanfaat dalam memperkuat pendekatan seifgard adalah mengumpulkan dan mengevaluasi informasi tentang program nuklir si suatu negara .

Kriteria seifgard ditetapkan untuk setiap jenis fasilitas yang menjelaskan lingkup kegiatan verifikasi/inspeksi dan frekuensi pelaksanaan inspeksi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan teknis deteksi dini.

Dasar hukum pelaksanaan inspeksi seifgard dan DIV adalah perjanjian komprehensif seifgard *INFCIRC/153 (CSA)*, sedangkan *complementary access* diatur di dalam perjanjian tambahan *INFCIRC/ 540*.

Inspeksi seifgard menitik beratkan kepada bahan nuklir yang dideklarasikan oleh operator saja sehingga kesimpulan yang dapat diambil dari hasil inspeksi adalah keakuratan deklarasi yang diberikan oleh operator. Apabila operator berniat untuk tidak mendeklarasikan semua bahan nuklirnya, situasi ini tidak bisa diatasi dengan inspeksi seifgard

TARGET INSPEKSI SEIFGARD

Inspeksi seifgard adalah merupakan salah satu tindakan verifikasi dengan tujuan deteksi dini atas kemungkinan penyimpangan 1 *significant quantity (SQ)* bahan nuklir dari tujuan damai ke tujuan pembuatan senjata nuklir atau tujuan yang tidak dapat dipertanggungjawabkan.

Target inspeksi seifgard untuk fasilitas nuklir terdiri dari dua komponen, *quantity component* dan *timeliness component*. *Quantity component* berhubungan dengan lingkup dari kegiatan inspeksi yang harus dilaksanakan agar supaya IAEA dapat menyimpulkan ada tidaknya penyimpangan bahan nuklir sebanyak 1 SQ atau lebih pada rentang waktu 1 *Material Balance Period* (MBP) dan juga ada tidaknya produksi/pemisahan *direct-use nuclear material* yang tidak dilaporkan. Sedangkan *timeliness component* berhubungan dengan frekuensi kegiatan inspeksi yang harus dilaksanakan

untuk mampu menyimpulkan ada tidaknya *abrupt diversion* selama periode tertentu atau suatu periode dimana bahan nuklir jenis tertentu berhasil dikonversikan menjadi bahan nuklir yang mudah dibikin senjata nuklir.

Bahan nuklir yang dikenai seifgard adalah uranium-235 diperkaya, natural U, depleted U, plutonium serta U233. Uranium235 pengkayaan tinggi (HEU), plutonium serta U233 merupakan bahan nuklir yang secara langsung dapat digunakan sebagai bahan pembuat senjata nuklir. Perkiraan 1 SQ dari beberapa jenis bahan nuklir adalah sbb :

Pu, U-233	8 kg
HEU pengkayaan $\geq 20\%$	25 kg U-235
LEU pengkayaan $\leq 20\%$	75 kg U-235
Natural U	10 ton
Thorium, <i>depleted</i> U	20 ton

Kegiatan verifikasi di setiap fasilitas nuklir di suatu negara dan juga target inspeksi yang mengacu kepada kriteria seifgard menitik beratkan kepada lima hal meliputi : lingkup kegiatan inspeksi, verifikasi semua jenis bahan nuklir, konfirmasi kebenaran laporan akuntansi transfer bahan nuklir, konfirmasi kebenaran laporan akuntansi bahan non nuklir dan peralatan serta peminjaman bahan nuklir.

Target inspeksi seifgard berhasil dicapai apabila semua kriteria verifikasi berkait dengan jenis dan kategori bahan nuklir yang ada di fasilitas telah memenuhi persyaratan yang ditargetkan.

Ada 3 jenis inspeksi seifgard terdiri dari inspeksi *ad hoc*, inspeksi rutin dan inspeksi special. Inspeksi *ad hoc* ke fasilitas/LOF dilaksanakan sebelum *subsidiary arrangement* secara hukum mengikat. *Subsidiary arrangement* merupakan bagian yang tak terpisahkan dari INFCIRC/153. Tujuan inspeksi *ad hoc* adalah untuk memverifikasi laporan awal. Inspeksi rutin ke fasilitas/ LOF dilaksanakan setelah *subsidiary arrangement* mempunyai ikatan hukum sedang inspeksi

spesial dilaksanakan ketika ada isu spesial yang perlu diverifikasi.

PELAKSANAAN INSPEKSI SEIFGARD

Backbone dari inspeksi seifgard adalah akuntansi bahan nuklir yang dilengkapi dengan tindakan *containment/ surveillance* (C/S). Pelaksanaan dari inspeksi seifgard mengacu kepada kriteria inspeksi masing-masing fasilitas. Ada 11 jenis fasilitas dengan kriteria yang berbeda-beda meliputi :

1. *Light Water Reactor (LWR)*,
2. *On-Load Reactor (OLR)*,
3. *Other Types Reactor (OTR)*,
4. *Research Reactor dan Critical Assemblies (RRCA)*,
5. *Natural and Low Enrichment Uranium Conversion and Fabrication Plant*,
6. *Fabrication Plants Handling Direct-use Material*,
7. *Reprocessing Plant*,
8. *Enrichment Plant*,
9. *Storage Facility*,
10. *Other Facility and*
11. *Location Outside Facility (LOF)*.

Jenis kegiatan inspeksi yang dilaksanakan IAEA sehubungan dengan persetujuan INFCIRC/ 153 :

1. Verifikasi informasi desain
Verifikasi informasi disain dilaksanakan pada waktu awal sebelum pendekatan seifgard terhadap suatu fasilitas nuklir/ LOF ditetapkan. Informasi disain fasilitas diverifikasi untuk menjamin bahwa pendekatan seifgard mampu untuk mendeteksi kemungkinan penyelewengan penggunaan bahan nuklir yang dilakukan oleh operator. Perubahan disain fasilitas terkait dengan masalah seifgard akan mengubah pelaksanaan inspeksi.
2. Pegujian catatan akuntansi dan catatan operasi bahan nuklir yang ada di fasilitas dan membandingkannya dengan laporan akuntansi yang diserahkan oleh *State authority*

- Catatan akuntansi bahan nuklir dan catatan operasi fasilitas yang diserahkan oleh State authority ke IAEA, dicek kebenarannya melalui pengecekan internal data dukung/dokumen asal.
3. Pemasangan dan service *containment and surveillance* (C/S)
Tindakan C/S dimaksudkan untuk mempertahankan *continuity of knowledge* dari bahan nuklir yang terkena seifgard atau untuk menggantikan human *surveillance*.
 4. Pengujian inventori bahan nuklir dengan metoda *non destructive assay* (NDA) dan *destructive assay* (DA)
NDA digunakan untuk menguji keberadaan bahan nuklir yang berada di dalam wadah yang disegel, *hold-up material* dan juga untuk menguji bahan bakar nuklir. DA biasanya digunakan untuk menguji bahan nuklir yang konsentrasinya homogin.
 5. Konfirmasi tidak adanya produksi *direct-used material* dari bahan nuklir yang di seifgard. Tindakan ini untuk mengantisipasi adanya iradiasi bahan nuklir di teras reaktor yang tidak dilaporkan. Hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa reaktor penelitian nuklir dengan daya ≥ 25 MW mampu untuk memproduksi 1 SQ plutonium selama 1 MBP. Reaktor penelitian nuklir dengan daya ≥ 25 MW digolongkan fasilitas nuklir yang sensitif dan strategik untuk pembikinan senjata nuklir. Hal ini juga dimungkinkan karena bentuk tangki reaktor yang terbuka yang mana operator akan mudah untuk memfalsinasi bahan bakarnya. Sehingga *surveillance* untuk mempertahankan state of the art dari bahan bakar yang berada di teras reaktor dan kolam penyimpanan bahan bakar bekas perlu dipasang.
 6. Pengambilan sampel usap lingkungan mengacu kepada perjanjian seifgard INFCIRC/ 153, sampel usap lingkungan dilaksanakan untuk mengkonfirmasi ada tidaknya proses pemisahan *direct-use material* di dalam *hot cell*. *Traces* bahan nuklir dalam tataran yang sangat kecilpun akan terdeteksi dengan metoda analisa yang saat ini dimiliki oleh laboratorium IAEA di Seibersdorf Austria dan laboratorium analitik lain di negara anggota.
 7. Verifikasi inventori dan perubahan inventori bahan nuklir yang dideklarasikan operator di fasilitas
 8. Verifikasi aliran bahan nuklir yang dideklarasikan operator termasuk transfer bahan nuklir antar fasilitas/ LOF di dalam suatu negara
Konfirmasi MBA penerima bahan nuklir di cek kesesuaiannya dengan MBA pengirim
 9. Konfirmasi tidak adanya peminjaman bahan nuklir peminjaman bahan nuklir antar fasilitas dapat dilakukan oleh operator dengan tujuan untuk menyelewengkan dari tujuan damai atau tujuan yang tidak dapat dipertanggung jawabkan.
 10. *Material Balance Evaluation* (MBE)
Evaluasi neraca bahan nuklir biasanya berlaku pada bulk handling facility. Evaluasi terhadap *shipper-receiver differences* (SRD) dan material *unaccounted for* (MUF) selama 1 MBP dilakukan untuk menentukan apakah jumlahnya masih dalam batas yang diijinkan atau perlu analisis/ tindak lanjut. SRD dan MUF di bulk handling facilities biasanya muncul dari ketidak akuratan pengukuran, bahan nuklir yang tertinggal di dalam peralatan proses produksi (*hold-up*) ataupun yang muncul dari statistik pengukuran. Pada item facilities SRD dan MUF biasanya = 0 atau bisa terjadi bila 1 item hilang.
 11. Tindak lanjut dalam hal terjadi *discrepancy/anomaly* apabila selama inspeksi berlangsung ditemukan *discrepancy/anomaly*, maka inspektur akan menanyakannya ke *State authority*/ operator untuk mendapatkan klarifikasi.

AKUNTANSI BAHAN NUKLIR

Tujuan akuntansi bahan nuklir adalah untuk menetapkan jumlah bahan nuklir yang tersedia di suatu MBA dan perubahan jumlah bahan nuklir dalam suatu rentang waktu tertentu. Pelaksanaan akuntansi bahan nuklir membutuhkan suatu infrastruktur meliputi :

- Organisasi SSAC (*State's System of Accounting for and Control of Nuclear Material*)
- Fasilitas dan LOF. Yang dimaksud fasilitas adalah : reaktor, perangkat kekritisan, *conversion plant, fabrication plant, reprocessing plant, isotope separation plant* dan *storgage installation*. Sedangkan LOF adalah suatu lokasi yang menggunakan bahan nuklir dengan jumlah lebih besar dari 1 kg efektif
- *Material Balance Area* (MBA). MBA adalah lokasi dasar akuntansi bahan nuklir dimana perubahan inventori masuk dan keluar MBA harus dilaporkan ke IAEA
- *Batch*.
- *Physical Inventory*.
- *Key Measurement Point* (KMP), ada 2 kategori meliputi KMP inventori dan KMP alir. KMP inventori adalah suatu lokasi dimana inventori bahan nuklir dapat diukur sedangkan KMP alir adalah suatu model dimana aliran bahan nuklir masuk dan keluar dapat ditentukan.
- Sistem pencatatan dan sistem pelaporan

LAPORAN AKUNTANSI YANG DISERAHKAN KE IAEA

Dasar laporan akuntansi yang diserahkan ke IAEA mengacu kepada kegiatan perpindahan dan inventori bahan nuklir yang ada di suatu MBA setiap periode dalam rentang waktu antara dua *physical inventori taking* (PIT) yang dilaksanakan oleh operator. Jenis laporan akuntansi yang diserahkan ke IAEA adalah :

- Initial report (IPIL)
Initial report/ laporan awal dengan *format*

physical inventori listing (PIL) harus diserahkan ke IAEA. Dalam hal bahan nuklir belum tersedia, laporan awal tidak diperlukan. Laporan perubahan bahan nuklir (ICR) akan menjadi laporan awal. *Material Balance Period* (MBR) berawal pada hari setelah IPIL atau pada hari saat terjadinya transaksi penerimaan bahan nuklir.

- *Inventory Change Report* (ICR)
Dengan menggunakan kode seperti yang dijelaskan di dalam code 10, setiap perubahan inventori bahan nuklir dilaporkan ke IAEA. ICR harus diserahkan ke IAEA dalam rentang waktu 30 hari sejak akhir bulan dimana pada bulan tersebut terjadi perubahan inventori bahan nuklir. *Concise note* pada lembaran terpisah dapat ditambahkan untuk menjelaskan seperti nama MBA pengirim/penerima, tingkatan fraksi bakar, *nuclear production/ nuclear loss* dsb.
- *Material Balance Report* (MBR) dan *Physical Inventory Listing* (PIL)
Pada akhir *Material Balance Period* (MBP), penguasa MBA menyerahkan MBR yang berisi ringkasan dan status setiap jenis bahan nuklir yang tersedia. PIL yang diserahkan bersama-sama dengan MBR menjadi dasar untuk menghitung/ menetapkan *physical ending* (PE) bahan nuklir yang direfleksikan di dalam MBR. PE akan menjadi *physical beginning* (PB) pada periode berikutnya. MBR dan PIL harus diserahkan ke IAEA dalam rentang waktu 30 hari setelah PIT.
- *Special Reports*
Special report biasanya diakomodasikan untuk menangani hal-hal yang terjadi diluar kondisi normal. Tidak ada format standart untuk melaporkannya.
- Koreksi Laporan
Dalam hal laporan yang telah diserahkan ke IAEA (ICR, PIL dan MBR) perlu dikoreksi, hal ini dapat diakomodasikan di dalam laporan berikutnya yang sejenis. Atau *State authority* dapat menghubungi

IAEA agar IAEA (atas wewenangannya) melakukan koreksi.

CONTAINMENT dan SURVEILLANCE (C/S)

Tindakan C/S dimaksudkan untuk mempertahankan *continuity of knowledge* dari bahan nuklir yang terkena seifgard. C/S dilaksanakan dengan memasang perangkat *surveillance* yang terdiri dari camera berikut servernya yang berfungsi untuk menerima dan menyimpan gambar yang direkam oleh camera. *Surveillance* kemudian direview untuk menyimpulkan kebenaran deklarasi yang diserahkan operator. Sealing (penyegelan) dimaksudkan untuk membatasi gerakan bahan nuklir yang pada tahap lanjut dapat menghalangi tindakan ilegal yang mungkin dilaksanakan oleh operator.

PHYSICAL INVENTORY VERIFICATION (PIV)

Inspeksi PIV dilaksanakan setiap tahun, paling lama rentang waktu antara dua consecutive PIV adalah 14 bulan. Apabila ada tindak lanjut selama PIV dilaksanakan, toleransi waktu yang diberikan adalah 3 bulan.

Semua inventori bahan nuklir harus dapat diverifikasi oleh IAEA. Bahan nuklir yang dipindahkan dari inventori setelah PIT (PIT dilaksanakan oleh operator) tetapi sebelum PIV dilakukan jumlahnya tidak boleh lebih dari 0,1 SQ. Penambahan inventori bahan nuklir (penerimaan) setelah PIT, harus secara fisik dipisahkan dari inventori hasil PIT.

Bahan nuklir yang tidak diverifikasi pada saat PIV tetapi dikenai C/S, verifikasi harus dilaksanakan dalam rentang waktu 1 periode *timeliness*. *Timeliness component* untuk tujuan deteksi penyalahgunaan bahan nuklir adalah sbb :

1 bulan untuk ≥ 1 SQ direct-use material kategori *unirradiated*

3 bulan untuk ≥ 1 SQ direct-use material kategori *irradiated* atau kategori kombinasi antara *unirradiated* dan *irradiated*

1 tahun untuk indirect-use material dengan jumlah bahan nuklirnya ≤ 1 SQ.

Daftar inventori bahan nuklir yang diterima dari operator (LII) pada saat PIV dibandingkan dengan PIL dan MBR. ICR dan MBR dicek kesesuaiannya.

Dokumen pendukung utama yang harus dipersiapkan oleh operator adalah meliputi : *general ledger* untuk setiap jenis bahan nuklir yang ada MBA, *subsidiary ledger* untuk setiap KMP, dokumen penerimaan dan pengiriman bahan nuklir (sebagai *source document*). Dokumen pendukung lainnya adalah *inventory change* dokumen, *internal material transfer* antar KMP, *summary inventory* awal bahan nuklir (mengacu kepada *summary* akhir bahan nuklir pada inspeksi sebelumnya), kartu sejarah bahan bakar (untuk fasilitas reaktor)

INSPEKSI INTERIM UNTUK TUJUAN DETEKSI DINI

Tujuan inspeksi interim adalah untuk mengkonfirmasi bahwa ≥ 1 SQ bahan nuklir semua jenis tidak hilang dari fasilitas/ MBA. Seperti dijelaskan di dalam kriteria seifgard bahwa semua *direct-use material* harus dapat diverifikasi tepat waktu. Meskipun demikian apabila akses bahan nuklir tidak mudah, maka bahan nuklir yang tidak diverifikasi tidak boleh melebihi 0,6 SQ. Operator harus memberitahukan ke inspektur IAEA perihal bahan nuklir yang keberadaannya susah diakses. Kondisi seperti ini akan dipertimbangkan dan akan ditindaklanjuti pada inspeksi berikutnya.

Dengan berhasilnya pendekatan seifgard yang baru yang diterapkan di dalam pelaksanaan *integrated seifgard*, inspeksi interim dengan tujuan deteksi dini untuk direct-use material kategori *irradiated* rentang waktunya diperpanjang dari 3 bulan

menjadi 1 tahun (perubahan rentang waktu ini dengan catatan apabila di negara tersebut tidak ditemukan fasilitas olah ulang). Atau dapat disimpulkan tidak ada inspeksi interim, karena kegiatan inspeksi interim dapat di handel pada saat PIV

PELAKSANAAN *INTEGRATED SEIF-GARD* DI REAKTOR RISET

Reaktor berpotensi untuk membangkitkan bahan fisil melalui reaksi penangkapan neutron terhadap suatu material non-nuklir. Berdasar kepada jumlah inventori bahan nuklir yang ada di fasilitas, reaktor riset dibagi menjadi 4 kelompok :

- Kelompok I. : reaktor riset dengan inventori *unirradiated direct-use material* ≥ 1 SQ
- Kelompok II.: reaktor riset dengan inventori semua jenis bahan nuklir ≥ 1 SQ dan inventori *unirradiated direct-use material* ≤ 1 SQ
- Kelompok III: reaktor riset dengan inventori semua jenis bahan nuklir $\geq 0,5$ SQ < 1 SQ
- Kelompok IV: reaktor riset dengan inventori semua jenis bahan nuklir $< 0,5$ SQ

Pada awalnya operasi reaktor riset menggunakan uranium pengkayaan tinggi (HEU) yang mana HEU berpotensi untuk diselewengkan untuk pembikinan senjata nuklir karena bahan tersebut dapat dengan mudah dikonversikan bentuk fisiknya untuk pembikinan senjata nuklir. Usaha-usaha pada tingkat internasional untuk menggantikan HEU dengan uranium pengkayaan rendah (LEU) saat ini telah berhasil dilaksanakan.

Pendekatan seifgard ditetapkan dan diimplementasikan di dalam pelaksanaan inspeksi. Jalur-jalur penyimpangan yang dapat direalisasikan pada riset reaktor adalah:

- penyimpangan perangkat/plat bahan bakar segar dengan cara : pemalsuan catat-

an/laporan inventori bahan bakar segar .

- penyimpangan perangkat/plat bahan bakar bekas dengan cara penggantian bahan bakar bekas yang berada di kolam penyimpanan dengan dummy, memalsukan catatan dan laporan yang merefleksikan: transfer ke/dari kolam penyimpanan, produksi daya terintegrasi, dokumen pengiriman untuk elemen bakar.

Salah satu perbedaan kegiatan seifgard antara fasilitas reaktor dengan fasilitas nuklir yang lain adalah konfirmasi tidak adanya produksi *direct-used material* dari bahan nuklir yang di seifgard. Seperti telah disebutkan diatas bahwa tindakan ini untuk mengantisipasi adanya iradiasi bahan nuklir di teras reaktor yang tidak dilaporkan.

Inspeksi PIV

Reaktor riset adalah termasuk *item facility*. MUF tidak mungkin timbul kecuali ada perangkat bahan bakar yang hilang.

Untuk reaktor riset kelompok I dan II, PIV dilaksanakan setiap tahun. Untuk reaktor riset kelompok III, PIV dilaksanakan dan dipilih secara acak dari beberapa riset reaktor yang ada di suatu negara dengan tingkat kebolehjadian 50 % atau paling sedikit 1 reaktor riset per tahun. Untuk reaktor riset kelompok IV, pelaksanaan PIV adalah 1 kali di dalam setiap 4 - 6 tahun bersamaan dengan inspeksi di fasilitas nuklir yang lain. Kegiatan pada saat PIV adalah sbb :

- > Pengujian catatan akuntansi dan catatan operasi
- > Komparasi catatan dan laporan
- > Verifikasi terhadap inventori bahan nuklir pada saat PIV adalah sbb :
 - Bahan bakar segar LEU termasuk bahan bakar eksperimen diidentifikasi nomor serinya dan diverifikasi dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*. Ada tiga tingkat *detection probability* yaitu :
 - o Tingkat tinggi 90%
 - o Tingkat medium 50%

- o Tingkat rendah 20%

Jumlah item yang diverifikasi dipengaruhi oleh : jumlah populasi bahan nuklir, jumlah bahan nuklir per item, besarnya SQ dan *detection probability*.

Defect testing

Defect testing adalah perbedaan antara jumlah bahan nuklir yang dideklarasikan operator dengan bahan nuklir hasil pengukuran. Ada 3 macam defect meliputi *gross defect*, *partial defect* dan *bias defect*.

- o *Gross defect* : menguji ada tidaknya U235 didalam satu item sampel
- o *Partial defect* : mengukur perbedaan bahan nuklir yang dideklarasikan operator dengan bahan nuklir hasil pengukuran
- o *Bias defect* : mengukur perbedaan jumlah bahan nuklir seperti *partial defect* tetapi menggunakan alat yang lebih akurat atau dengan *destructive analysis*
 - Bahan bakar LEU di teras reaktor yang terbuka dan reaktor tidak sedang beroperasi verifikasi dilakukan dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*. Untuk tangki reaktor yang tertutup pengujian bahan nuklir dilakukan dengan memverifikasi data operasi reaktor (temperatur dan tekanan)
 - Bahan bakar bekas, dihitung keberadaannya dan diverifikasi dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*.
 - Evaluasi data C/S
 - Pengambilan sampel usap lingkungan (jika dipandang perlu) di daerah hot cell
 - Verifikasi transfer bahan nuklir
 - Verifikasi desain information

Inspeksi Interim

Untuk reaktor riset kelompok I, inspeksi interim dilakukan 3 – 4 kali per tahun. Untuk reaktor riset kelompok II, interim inspeksi dilaksanakan minimum 1 kali dalam 1 tahun plus 1 kali inspeksi mendadak. Untuk reaktor

riset kelompok III, inspeksi interim acak dilaksanakan 1 kali dalam satu tahun. Untuk reaktor riset kelompok III dan IV, inspeksi interim tidak perlu dilakukan.

Tujuan interim inspeksi di reaktor riset adalah untuk mendeteksi produksi plutonium yang tidak dilaporkan operator, iradiasi target yang tidak dilaporkan dan operasi pemisahan bahan nuklir di *hot cell*.

Kegiatan yang dilaksanakan pada inspeksi interim adalah :

- o Evaluasi C/S
- o Pengamatan visual kolam penyimpanan bahan bakar meliputi keberadaan *non-fuel item*, pembongkaran bahan bakar yang tidak dilaporkan dan operasi pengiriman bahan bakar bekas yang tidak secara dini dilaporkan.
- o Pengamatan *visual terhadap aktivitas di hot cell dan peralatan yang tersedia di hot cell*
- o Pengambilan sampel usap di hot cell bila diperlukan.
- o Verifikasi transfer apabila ada penerimaan baru bahan nuklir

PELAKSANAAN INTEGRATED SEIF-GARD DI FASILITAS FABRIKASI BAHAN BAKAR NUKLIR

Akuntansi bahan nuklir tetap merupakan dasar pelaksanaan inspeksi. Neraca semua jenis bahan nuklir dievaluasi setiap tahun dengan tujuan agar IAEA dapat menyimpulkan ada tidaknya bahan nuklir yang diselewengkan.

Peminjaman bahan bakar nuklir yang dipertimbangkan sebagai salah satu skenario penyelewengan, ditanggulangi dengan melaksanakan inspeksi mendadak. Alternatif lain adalah dengan melaksanakan inspeksi serentak pada waktu yang sama dengan fasilitas nuklir yang menggunakan bahan bakar yang sama, misalnya adalah fasilitas reaktor.

Dua jenis inspeksi dibawah *integrated seifgard* adalah : Inspeksi PIV dan interim inspeksi.

Inspeksi PIV

Kegiatan selama PIV adalah :

- Pengujian catatan akuntansi, catatan operasi dan dokumen pendukung
- Komparasi catatan dan laporan akuntansi

Jenis bahan nuklir *low enriched* uranium, natural uranium dan *depleted* uranium (DNLEU) yang tidak di C/S secara fisik diverifikasi sbb :

- Verifikasi DNLEU bentuk bulk
 - untuk LEU: pengujian *gross defect*, *partial defect* dan *bias defect* dengan *detection probability* tingkat rendah
 - untuk N : pengujian *gross defect* dan *partial defect* dengan *detection probability* tingkat rendah
 - untuk D : pengujian *gross defect* dengan *detection probability* tingkat rendah
- Verifikasi DNLEU bentuk item
 - untuk LEU : identifikasi nomor seri ,pengujian *gross defect* dan
 - *partial defect* dengan *detection probability* tingkat rendah
 - untuk N dan D : pengujian *gross defect* dengan *detection probability* tingkat rendah

Untuk populasi bahan nuklir yang dikenai C/S, C/S dievaluasi. Verifikasi bahan nuklir dilakukan dengan *detection probability* 10% untuk pengujian *gross defect*.

Jumlah bahan nuklir yang tidak diverifikasi tidak boleh melebihi 0,3 SQ. Verifikasi informasi desain biasanya dilaksanakan bersamaan dengan inspeksi PIV.

Inspeksi Interim

Interim inspeksi dimaksudkan untuk memverifikasi transfer bahan nuklir domestik dan transfer bahan nuklir internasional. Untuk memperlancar pelaksanaan inspeksi interim, data penerimaan bahan nuklir yang baru dan produk akhir yang siap dikirim yang belum

diverifikasi sejak inspeksi sebelumnya harus tersedia untuk diverifikasi dengan standart yang sama seperti pengujian pada PIV.

Dalam hal jumlah inventori untuk tiap jenis bahan nuklir < 1 SQ, inspeksi interim tidak perlu dilakukan.

PELAKSANAAN INTEGRATED SEIF-GARD DI FASILITAS NUKLIR LAIN

Inspeksi PIV

Jenis dan bentuk bahan nuklir meliputi :

1. Bahan bakar segar (perangkat bahan bakar, plat bahan bakar, pin) yang mengandung plutonium, HEU atau U-233;
2. bahan bakar segar (perangkat bahan bakar, plat bahan bakar, pin) yang mengandung LEU, natural uranium dan *depleted* uranium;
3. unirradiated direct-use material bentuk *bulk*; *indirect-use material* bentuk *bulk* dan
4. *Indirect-use material* bentuk *bulk*
5. Bahan nuklir teriradiasi

Masing-masing bahan nuklir diatas diverifikasi sbb

- Bahan nuklir no.1 yang dikenai C/S : *item counting*, identifikasi nomor seri dan pengukuran dengan *detection probability* tingkat 10% untuk pengujian *gross defect*. Bahan nuklir jenis no.1 tanpa C/S : *item counting*, identifikasi nomor seri dan dan pengukuran dengan *detection probability* tingkat tinggi (90%) untuk pengujian *gross defect*
- Bahan nuklir no. 2 tanpa C/S : *item counting*, identifikasi nomor seri dan dan pengukuran dengan *detection probability* tingkat medium (50%) untuk pengujian *gross defect*
- Bahan nuklir no.3 tanpa C/S : *item counting* dan pengukuran dengan *detection probability* tingkat tinggi (90%) untuk pengujian *gross defect* dan *partial defect*

- Bahan nuklir no.3 yang dikenai C/S : : *item counting* dan pengukuran dengan *detection probability* tingkat rendah (10%) untuk pengujian *gross defect* dan *partial defect*
- Bahan nuklir no.4 tanpa C/S :
 - UF6 cylinder berisi LEU: pengukuran dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect* dan *partial defect*
 - UF6 cylinder berisi natural U: pengukuran dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect* dan *detection probability* tingkat rendah untuk pengujian *partial defect*
 - LEU metal, *alloy* dan senyawa termasuk serbuk UO₂, pelet, *scrap*, pengukuran dilakukan dengan *detection nprobability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*, *partial defect* dan *bias defect*
 - Natural U metal, *alloy* dan senyawa termasuk serbuk UO₂, pelet, *scrap*, pengukuran dilakukan dengan *detection nprobability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect* dan *partial defect*
 - Depleted U dalam semua bentuk dan bentuk bulk yang lain yang mengandung natural U dan LEU (misal limbah nuklir) diverifikasi dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*.
- Bahan nuklir no. 4 yang dikenai C/S; C/S diverifikasi. Bahan nuklir diverifikasi dengan *detection probability* 10 % untuk pengujian *gross defect*
- Bahan nuklir no.5: *item counting*, identifikasi nomor seri. Untuk bahan nuklir yang dikenai C/S, C/S dievaluasi, sedang bahan nuklir tanpa C/S diverifikasi dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*. Bahan nuklir di dalam hot cell: *item counting*, identifikasi nomor seri

Inspeksi Interim

Inspeksi interim dilaksanakan apabila jumlah inventori untuk tiap jenis bahan nuklir ≥ 1 SQ. Jenis kegiatan verifikasi adalah sebagai berikut:

- Bahan nuklir unirradiated yang dikenai C/S, C/S diverifikasi. Pengujian kembali tidak dibutuhkan. Bahan nuklir tanpa C/S, untuk perangkat bahan bakar nuklir: *item identification*, identifikasi nomor seri dan pengujian dengan *detection probability* tingkat medium untuk pengujian *gross defect*. Bahan nuklir bentuk bulk diuji untuk *partial defect* dengan *detection probability* tingkat medium
- Bahan nuklir *irradiated*. Jenis pengujian seperti pada bahan nuklir *unirradiated*
- Bahan nuklir di dalam hot cell dalam segala bentuk: *item counting* dan identifikasi nomor seri.

Bahan nuklir yang tidak dapat diverifikasi tidak boleh $> 0,6$ SQ.

KESIMPULAN

Inspeksi seifgard hanya menitik beratkan kepada bahan nuklir yang dideklarasikan dan keakuratan (*correctness*) data akuntansi bahan nuklir menjadi focus utama untuk menyimpulkan apakah fasilitas telah menyelewengkan bahan nuklirnya.

Sistem tersebut ternyata mempunyai kekurangan, karena ada kemungkinan bahwa fasilitas/negara secara keseluruhan tidak mendeklarasikan semua bahan nuklir yang dimilikinya. Sehingga ada potensi bahwa bahan nuklir yang tidak dideklarasikan tersebut digunakan untuk pengembangan senjata nuklir atau untuk maksud yang tidak dapat dipertanggungjawabkan.

Berdasar kepada pengalaman yang diperoleh selama melaksanakan verifikasi, digabung dengan pengkajian yang terus-menerus sistem seifgard telah dikembangkan dan diperkuat untuk menanggulangi kemungkinan negara menyembunyikan sebagian bahan nuklirnya. Diperlukan dasar hukum tambahan untuk mendapatkan akses

yang lebih luas dan menyeluruh ke semua tempat yang dipandang dapat memberikan informasi yang berarti bahwasanya negara hanya menggunakan bahan nuklirnya untuk tujuan damai. Peraturan baru tersebut dijabarkan dan diintegrasikan di dalam protokol tambahan INFCIRC/ 540. yang mengatur pelaksanaan *complementary access*

Inspeksi seifgard mengacu kepada perjanjian INFCIRC/ 153 dan *complementary access* mengacu kepada INFCIRC/ 540. Keduanya bersifat saling melengkapi untuk mencapai tujuan seifgard.

DAFTAR PUSTAKA

1. Giancarlo Zuccarolo-Labellarte and Robert Fagorholm, "Safeguards at Research Reactor: Current practices, future directions", IAEA BULLETIN 4/ 1996
2. Bruno Pellaud, "Safeguards in transition: Status, challenges and oppurtunities", IAEA BULLETIN 3/ 1994
3. Verifying Compliance with Nuclear Non-Proliferation Undertakings, IAEA Safeguards Agreement and Additional Protocols.