

**KEGIATAN SEIFGARD DI REAKTOR RISET RSG-GAS
SEBAGAI KOMITMEN BATAN DALAM MENJAMIN PEMANFAATAN
BAHAN NUKLIR UNTUK TUJUAN DAMAI**

Dicky Tri Jatmiko, Azriani

ABSTRAK

KEGIATAN SEIFGARD DI REAKTOR RISET RSG-GAS SEBAGAI KOMITMEN BATAN DALAM MENJAMIN PEMANFAATAN BAHAN NUKLIR UNTUK TUJUAN DAMAI. Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard, memberikan ketentuan bagi Pemegang Izin untuk menyusun sistem seifgard dan memastikan pelaksanaan sistem seifgard yang efektif dan efisien dalam rangka menjamin pemanfaatan bahan nuklir untuk tujuan damai. Peraturan ini merupakan penguatan dari Perjanjian Seifgard antara Indonesia dan Badan Pengawas Tenaga Atom International (IAEA) terkait *the Treaty on the Non Proliferation of Nuclear Weapons* (INFCIRC/283). Reaktor Serba Guna GA Siwabessy (RSG-GAS) sebagai reaktor riset merupakan fasilitas nuklir pengelola bahan nuklir yang secara langsung berkewajiban melaksanakan komitmen ini. Tujuan penulisan makalah untuk menguraikan pelaksanaan kegiatan seifgard di reaktor riset RSG-GAS dalam kurun waktu tahun 2006 s.d 2012. Pembahasan difokuskan pada kegiatan inspeksi verifikasi yang secara rutin dilakukan oleh BAPETEN dan IAEA sebagai parameter keberhasilan kegiatan seifgard di RSG-GAS. Dari pembahasan disimpulkan bahwa sampai dengan saat ini tidak ditemukan penyimpangan dalam pemanfaatan bahan nuklir di RSG-GAS, serta menunjukkan komitmen BATAN dalam menjamin pemanfaatan bahan nuklir untuk tujuan damai.

ABSTRACT

SEIFGARD ACTIVITIES IN RESEARCH REACTORS RSG-GAS AS THE BATAN COMMITMENT TO ENSURE OF USING NUCLEAR MATERIALS FOR PEACE. BAPETEN chairman regulation No. 4 of 2011 on Safeguards System, provides a measure for the applicant in preparing safeguards system and ensure the implementation of effective systems and efficient safeguards in order to ensure the use of nuclear material for peaceful purposes. This regulation is a reinforcement of Safeguards Agreement between Indonesia and the International Atomic Energy Agency (IAEA) related to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (INFCIRC/283). Multipurpose Reactor (RSG-GAS) is a nuclear facility management of nuclear materials that directly obligated to implement these commitments. The intention of the paper to outline the implementation of seifgard activities in the research reactor RSG-GAS in the period of 2006 till 2012. The discussion focused on the activities of verification inspection are routinely conducted by BAPETEN and IAEA as efficacy parameters seifgard activities in RSG-GAS. Conclusion shows that up to now has not found the elements of irregularities in the use of nuclear material in the RSG-GAS, and demonstrate commitment in ensuring BATAN use of nuclear material for peaceful purposes.

PENDAHULUAN

Dasar pelaksanaan *the Treaty on the Non Proliferation of Nuclear Weapons* (NPT) adalah menerima seifgard IAEA pada semua bahan nuklir dalam wilayah atau dibawah yuridiksi atau kontrol suatu negara anggota. Dibawah perjanjian seifgard berdasarkan INFCIRC/153 suatu negara harus menerapkan Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir terhadap semua bahan nuklir yang terkena seifgard tersebut. Seifgard bahan nuklir yang dilaksanakan oleh Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA) ke fasilitas nuklir yang tersebar di seluruh negara anggota pada intinya ditujukan untuk menghindari pengembangan senjata nuklir. Selanjutnya sesuai dengan bunyi Pasal III NPT, pada tanggal 14 Juli 1980 ditandatangani perjanjian seifgard antara pemerintah Indonesia dan IAEA. Dengan demikian mulai saat itu lengkaplah

keterikatan Indonesia pada NPT dan harus menerima seifgard yang dilaksanakan IAEA terhadap semua bahan nuklir yang ada di Indonesia

Dalam tahapan evolusinya ruang lingkup seifgard NPT mencakup bahan nuklir dalam semua kegiatan nuklir untuk maksud damai telah diperluas/ ditambah ruang lingkungannya oleh *Protocol Additional to Seifgard Agreement*, INFCIRC/540. Dokumen INFCIRC/540 ini mempersyaratkan deklarasi secara lengkap, termasuk semua kegiatan yang terkait nuklir dimasa lalu, sekarang dan yang akan datang, maksud damai atau tidak, dan yang terpenting adalah mempersyaratkan suatu negara mengizinkan IAEA memasuki informasi dan lokasi di fasilitas atau lokasi diluar fasilitas yang telah dideklarasikan. Secara ringkas tindakan *Integrated Seifgard* ini memberikan jaminan bagi IAEA untuk memperoleh gambaran yang lebih komplit tentang rencana pengembangan, jumlah uranium yang dimiliki, sifat

dan program nuklir di suatu negara dan tindakan lain yang dianggap penting dan mendukung pelaksanaan seifgard.

Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS) adalah reaktor riset dengan daya nominal 30 MW termal dan fluks 10^{14} n/cm²det. Sebagai suatu reaktor riset, reaktor RSG-GAS dioperasikan untuk keperluan penelitian dan pengembangan serta jasa iradiasi target untuk memproduksi isotop-isotop seperti Molybdenum-99 (Mo-99), Iodium-131 (I-131) serta isotop-isotop lain. RSG-GAS beroperasi menggunakan 40 elemen bakar dan 8 elemen kendali dengan pengayaan $\pm 19,75$ % dan dengan kemampuan daya thermal tersebut maka teras reaktor mampu dipergunakan untuk mengembangkan senjata nuklir. Dalam artian bahwa dengan memanipulasi target Uranium ke posisi iradiasi teras reaktor/ reflektor, operasi reaktor mampu menghasilkan plutonium sebanyak 8 kg/tahun. Berat Uranium sebanyak 8 kg adalah batasan berat minimal plutonium yang dapat diproses menjadi senjata nuklir. Dengan pertimbangan tersebut pelaksanaan seifgard di fasilitas reaktor RSG-GAS mutlak menjadi perhatian IAEA dan berbeda dengan pelaksanaan seifgard di fasilitas reaktor dengan daya thermal <25 MWatt.

Dalam makalah ini, akan diuraikan pelaksanaan kegiatan seifgard di reaktor riset RSG-GAS dalam kurun waktu tahun 2006 s.d 2012. Selama kurun waktu tersebut telah dilakukan verifikasi melalui inspeksi seifgard yang dilakukan baik oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) maupun IAEA baik secara rutin maupun tanpa pemberitahuan (*Short Notice Inspection*). Keberhasilan pelaksanaan seifgard di fasilitas nuklir merupakan salah satu parameter tercapainya tujuan teknologi nuklir untuk kesejahteraan umat manusia dan tindakan pengelolaan bahan nuklir tanpa pertanyaan maupun ketidakkonsistenan pernyataan deklarasi bahan nuklir.

PELAKSANAAN SEIFGARD DI REAKTOR RISET RSG-GAS

Pelaksanaan *Seifgard* di reaktor riset RSG-GAS diawali pada tahun 1983, yaitu dengan mengirimkan dokumen-dokumen : Daftar Informasi Disain (*Design Information Questionnaire*), Sistem Operasi dan Sistem Akuntansi Bahan Nuklir ke IAEA. Selanjutnya IAEA telah memverifikasinya dalam bentuk Dokumen Pengaturan Pelengkap (*Subsidiary Arrangement*) dan Dokumen Lampiran Fasilitas (*Facility Attachment*) kepada PRSG.

Dalam penyelenggaraan seifgard, Reaktor Riset RSG-GAS dinyatakan dalam 1 (satu) Daerah Neraca Bahan Nuklir *Material Balance Area* (MBA) yang diberi kode MBA RI-C. Pelaksanaan kegiatan

yang menyangkut Sistem Pertanggung-jawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir (SPPBN) di MBA RI-C mengacu kepada Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard serta peraturan-peraturan lainnya yang dikeluarkan oleh IAEA.

Pelaksana seifgard di MBA RI-C dilaksanakan oleh Bidang Operasi Reaktor, yaitu Sub Bidang Akuntansi Bahan Nuklir dengan dibantu oleh Staf Divisi Produksi Radioisotop PT. Batan Teknologi (persero). Susunan Tim Pelaksana SPPBN di Pusat Reaktor Serba Guna terdiri atas 1 orang Penanggung Jawab Pelaksana SPPBN, 1 orang Koordinator Pengawas Bahan Nuklir, 1 orang Pengawas Bahan Nuklir MBA RI-C serta dibantu beberapa orang Pengurus Bahan Nuklir untuk setiap *Key Measurement Point* (KMP).

Akuntansi Bahan Nuklir

Pelaksanaan SPPBN di MBA RI-C meliputi :

A. KMP Alir, terdiri atas :

- KMP 1, merupakan KMP Penerimaan Bahan Nuklir dari MBA lain
- KMP 2, merupakan KMP Pengiriman Bahan Nuklir ke MBA lain

B. KMP Inventori, terbagi atas :

- KMP A, yaitu Gudang Bahan Bakar Segar
Merupakan lokasi penyimpanan bahan bakar segar. Tempat penyimpanan ini dapat memuat sebanyak 160 perangkat bahan bakar segar baik Elemen Bakar Standar maupun Elemen Kendali Standar. Pada tempat ini dilakukan inventori fisik penempatan bahan bakar segar pada lobang rak yang ditentukan dan identifikasi nomor perangkat bahan bakar yaitu dengan mengisi konfigurasi bahan bakar segar serta pembuatan kartu sejarah bahan bakar tersebut.
- KMP B, yaitu Teras Reaktor
Teras Reaktor KMP B terdiri dari 40 elemen bakar, 8 elemen kendali, 2 elemen bakar uji, 2 stringer (kecil) untuk topaz, 4 stringer 3 lubang tanpa pengarah untuk FPM, 2 stringer 3 lubang dengan pengarah untuk target FPM dan lainnya elemen *beryllium reflector*. Teras reaktor merupakan tempat terjadi perubahan inventori akibat kegiatan *refueling* bahan bakar dalam setiap pergantian siklus operasi reaktor dan penyusutan kadar U-235 dengan melalui pengamatan besarnya fluks neutron atau daya reaktor. Pada KMP ini dilakukan inventori fisik penempatan perangkat bahan bakar pada masing-masing posisi dalam teras reaktor dan identifikasi konfigurasi kolam reaktor setiap kali perubahan posisi saat *refueling* bahan bakar.

- KMP C, yaitu Kolam Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas

Bahan bakar bekas disimpan untuk sementara waktu menunggu proses lebih lanjut. Pada tempat ini tersedia 2 rak dengan kapasitas tampung masing-masing sebanyak 150 posisi atau total 300 posisi. Dari 300 posisi yang ada, yang dapat digunakan sebagai penyimpanan bahan bakar bekas adalah 200 posisi sedangkan yang 100 untuk keadaan darurat. Di tempat ini perlu dilakukan inventori fisik nomor identifikasi bahan bakar pada masing-masing posisi penyimpanan dengan disertai mengisi konfigurasi kolam bahan bakar bekas.

- KMP D, yaitu Lokasi Lain Termasuk Laboratorium Radioisotop

KMP D merupakan lokasi lain di MBA RI-C termasuk laboratorium radioisotope milik PT. Batan Teknologi (persero) yang terdapat bahan nuklir U-235 dengan pengkayaan tinggi (93%) dan pengkayaan rendah (19,75%). Bahan nuklir di laboratorium ini dapat terbagi dalam beberapa bentuk fisis, yaitu serbuk U_3O_8 , larutan uranium segar dan limbah, kapsul target *Fission Product Material* (FPM) dan limbah radiokimia.

Sistem Pencatatan Bahan Nuklir MBA RI-C

Pencatatan bahan nuklir dilakukan oleh semua pengurus bahan nuklir di KMP Inventori yang meliputi :

- a. Buku Besar (*General Ledger*) untuk setiap MBA dari setiap jenis bahan nuklir yang dimiliki atau dimanfaatkan
- b. Buku Pelengkap (*Subsidiary Ledger*) untuk setiap KMP inventori di setiap MBA dari setiap jenis bahan nuklir yang dimiliki atau dimanfaatkan
- c. Dokumen Pemandangan Internal (*Internal Material Transfer*) yang digunakan untuk mencatat pemindahan sejumlah bahan nuklir antara KMP inventori didalam suatu MBA
- d. Dokumen Perubahan Inventori – Kehilangan atau Produksi Nuklir (*Inventory Change Document – Loss Nuclear or Production*) yang digunakan untuk mencatat jumlah unsur dan isotop bahan nuklir yang habis terpakai atau dihasilkan melalui reaksi inti
- e. Dokumen Perubahan Inventori – Pemandangan Bahan Nuklir (*Inventory Change Document – Material Transfer*) yang dipakai untuk mencatat perubahan inventori
- f. Kartu Riwayat Iradiasi Bahan Bakar (*Fuel Assembly History Card*)
- g. Daftar Item Inventori Fisik (*Physical Inventory Item List*)

Sistem pelaporan Bahan Nuklir MBA RI-C

Pelaporan bahan nuklir dibuat dan dilakukan oleh Pengusaha Instalasi Nuklir, yang meliputi :

- a. Laporan Perubahan Inventori (*Inventory Change Report*)
- b. Laporan Neraca Bahan Nuklir (*Material Balance Report*)
- c. Daftar Inventori Fisik (*Physical Inventory Listing*)
- d. Laporan khusus jika terjadi peristiwa diluar kebiasaan

Peralatan Penunjang Seifgard Bahan Nuklir MBA RI-C

Dasar verifikasi yang digunakan IAEA untuk seifgard terhadap bahan nuklir adalah dengan menggunakan peralatan *containment & surveillance* (C/S) sebagai perangkat penting dalam hal pemantauan. *Containment* adalah fitur perangkat dari fasilitas, container atau peralatan yang digunakan untuk memantapkan integrasi fisik dari area atau item (termasuk peralatan seifgard atau data) dan untuk memelihara kesinambungan pengetahuan area atau item dengan mencegah tidak terdeteksinya akses atau pergerakan bahan nuklir atau material lain atau kedua-duanya. Contoh : adanya dinding di ruang penyimpanan atau tabung transport dan *container* penyimpan. Integritas kesinambungan dari *containment* memastikan dengan *seal* atau pengukuran *surveillance* (khususnya untuk penekanan *containment* seperti pintu, pipa keluaran dan permukaan air serta pengujian periodik selama inspeksi).

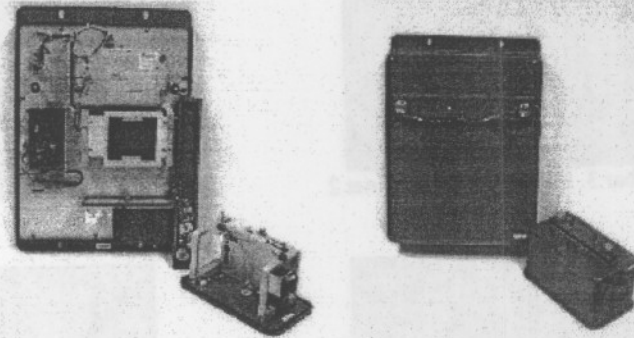
Surveillance adalah pengumpulan informasi selama inspeksi dan atau observasi instrumental ditujukan saat mendeteksi pergerakan bahan nuklir atau bahan lain menggunakan peralatan IAEA untuk pengambilan sample dan data. *Surveillance* juga digunakan untuk observasi beberapa operasi atau hal yang terkait data operasi.

Jika pada akuntansi bahan nuklir merupakan hal yang efektif maka bagi inspektur IAEA harus membuat pengukuran yang independent untuk memverifikasi sejumlah bahan nuklir yang dimiliki pembukuan fasilitas. Perangkat utama yang digunakan didasarkan pada pengukuran sinar gamma dan netron yang dipancarkan dengan beberapa bahan nuklir. Sejumlah teknik digunakan pada peralatan ini seperti *Non Destructive Assay* (NDA). Pengukuran sampling berat dan NDA juga digunakan untuk material dalam bentuk *bulk*.

Peralatan *surveillance* yang dipasang oleh IAEA pada fasilitas Reaktor Riset RSG-GAS adalah *Digital Single Camera Optical Surveillance* (DSOS). DSOS merupakan sistem *surveillance* yang dilengkapi dengan kamera *The Digital Camera Modul 14* (DCM 14). Teknologi DCM 14 adalah sistem pengawasan yang lengkap untuk aplikasi

seifgard yang dapat mengatur berbagai konfigurasi yang berasal dari sumber-sumber luar kamera atau kamera itu sendiri untuk mengurangi jumlah gambar

yang tidak perlu sehingga pengamatan dapat difokuskan pada gambar penting.

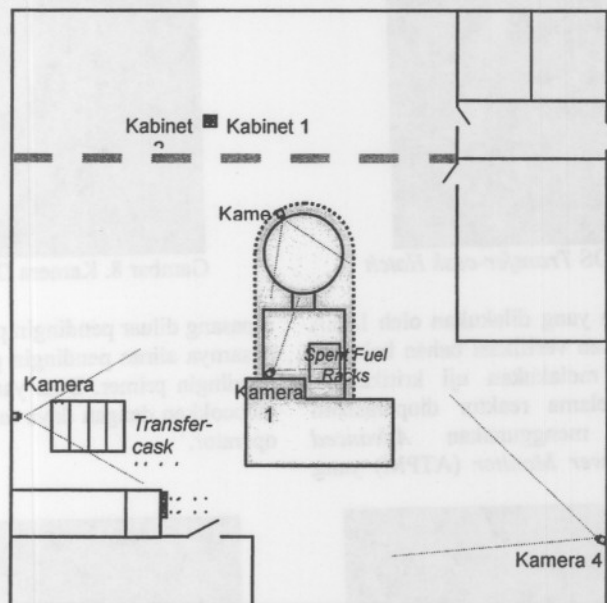


Gambar 1. Digital Single Camera Optical Surveillance (DSOS)

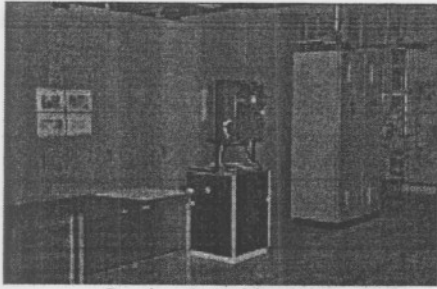
Perangkat *surveillance* terdiri dari 4 buah kabinet DSOS berikut kameranya. Kabinet 1 digunakan untuk menyimpan gambar dari kamera 1, yang berada di bawah permukaan air di belakang *hotcell*, yang berfungsi untuk memantau perpindahan bahan bakar bekas dari kolam penyimpanan sementara dan pergerakan bahan nuklir lainnya yang keluar masuk dari dan kedalam *hotcell* serta kamera 2, yang berada di bawah

permukaan air, di atas teras reaktor dan berfungsi untuk memantau bahan nuklir yang keluar dan masuk dari dan kedalam teras reaktor.

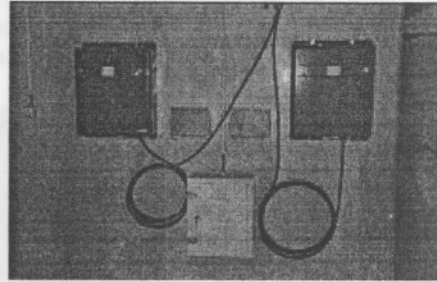
Kabinet 3 digunakan untuk menyimpan gambar dari kamera 3 yang digunakan untuk memantau perpindahan bahan nuklir yang keluar masuk melalui *Transfer-cask Hatch* dan kamera 4, digunakan untuk memonitor perpindahan bahan nuklir yang keluar dari *Hotcell*.



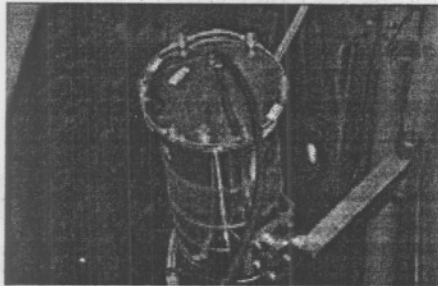
Gambar 2. Letak Kabinet dan Kamera DSOS.



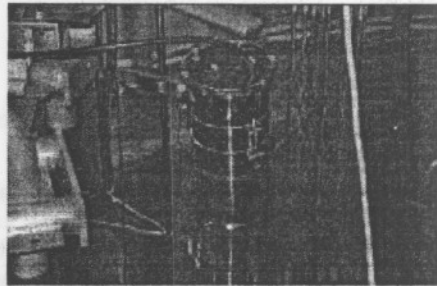
Gambar 3. Kabinet 1 dan Kabinet 2



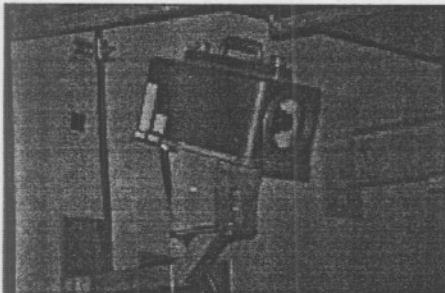
Gambar 4. Kabinet 3 dan Kabinet 4



Gambar 5. Kamera DSOS SPF



Gambar 6. Kamera DSOS Teras Reaktor



Gambar 7. Kamera DSOS Transfer-cask Hatch



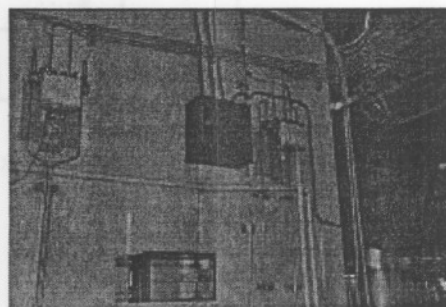
Gambar 8. Kamera DSOS untuk Hotcell

Kegiatan verifikasi lain yang dilakukan oleh IAEA adalah dengan melakukan verifikasi bahan bakar di teras reaktor dengan melakukan uji kritikalitas. Pembangkitan daya selama reaktor dioperasikan diverifikasi dengan menggunakan *Advanced Thermal Hydraulic Power Monitor (ATPM)* yang

dipasang diluar pendingin primer. Alat ini mengukur besarnya aliran pendingin primer dan temperatur di pendingin primer. Data yang diperoleh dari ATPM dicocokkan dengan daya terbangkit yang dilaporkan operator.



Gambar 9. *Advanced Thermal Hydraulic Power Monitor (ATPM)*



Gambar 10. Kabinet ATPM terpasang diluar pendingin primer

INSPEKSI SEIFGARD DI REAKTOR RISET RSG-GAS

Kegiatan inspeksi seifgard bahan nuklir di reaktor riset RSG-GAS dilaksanakan secara rutin setiap tahun dan dapat pula dilakukan secara mendadak tergantung kebutuhan IAEA yang biasa dikenal sebagai *Short Notice Inspection* (SNI). *Physical Inventory Verification* (PIV) dilaksanakan pada saat inspeksi tahunan meliputi beberapa kegiatan seperti pemeriksaan pembukuan akuntansi bahan nuklir, verifikasi fisik bahan nuklir, pemeriksaan dan penggantian peralatan surveillance ATPM dan DSOS, pengambilan sampel usap (*environmental sampling*) di *hot cell* serta kegiatan verifikasi *Design Information Questionnaire* (DIQ).

Pada saat PIV semua bahan nuklir yang terdapat di gudang bahan bakar segar, teras reaktor, kolam penyimpanan sementara bahan bakar bekas, dan lokasi lain termasuk laboratorium radioisotop PT. BATAN Teknologi (persero) diverifikasi secara acak dengan metode *Non Destructive Assay* (NDA) untuk memastikan keberadaan bahan nuklir. Dasar verifikasi yang digunakan IAEA untuk seifgard terhadap bahan nuklir dengan menggunakan peralatan *containment & surveillance* (C/S) sebagai perangkat penting dalam hal pemantauan masih merupakan tumpuan pelaksanaan seifgard. Bahan bakar segar diverifikasi dengan menggunakan *fieldSPEC identifier* (HM5) untuk mengidentifikasi isotop (*isotope identifier*), menemukan sumber (*source finder*), besar aktivitas paparan (*dose meter*), pengukuran panjang aktif bahan bakar (*active length measurement*) dan uji keberadaan Uranium atau Plutonium (*attribute test of U or Pu*) dari bahan bakar. Sedangkan bahan bakar yang berada didalam teras reaktor diverifikasi dengan menggunakan peralatan *Improved Cerenkov Viewing Device* (ICVD). Sinar cerencov yang terpancar di sekeliling bahan bakar membuktikan adanya produk fisi yang terkandung didalam bahan bakar sekaligus membuktikan keberadaan uranium. Verifikasi dengan ICVD dilakukan ketika reaktor sedang dimatikan. Apabila verifikasi di teras reaktor dilakukan saat reaktor beroperasi, maka verifikasi menggunakan uji kriticalitas atau menggunakan ATPM untuk menghitung pembangkitan daya selama reaktor dioperasikan. Data dari ATPM digabung dengan data dari DSOS dapat digunakan untuk mengetahui apakah fasilitas reaktor RSG-GAS memproduksi/ tidak memproduksi Plutonium.

Selanjutnya salah satu tindakan lain inspeksi seifgard bahan nuklir yang dilakukan oleh IAEA di fasilitas reaktor RSG-GAS adalah pengambilan sampel usap lingkungan. Tindakan ini masih dinilai efektif dan canggih untuk mendeteksi keberadaan bahan/ aktivitas nuklir baik yang dideklarasikan oleh fasilitas maupun yang mungkin tidak dideklarasikan.

Sampel berupa debu dapat diperoleh dengan mengusapkan bahan (*cotton*) usap. Partikel debu yang menempel pada bahan tersebut kemudian dianalisa dengan metode cacahan menggunakan *Multi Channel Analyzer* (MCA) dan dievaluasi untuk mendeteksi kemungkinan adanya bahan/ aktivitas nuklir yang tidak dideklarasikan.

Pengambilan sampel usap di reaktor RSG-GAS dilakukan didalam hot cell secara random dalam arti tidak dilakukan setiap tahun. Hasil pengambilan sampel usap pertama kali dijadikan sebagai acuan (*baseline*) pengambilan sampel usap berikutnya. Apabila hasilnya berbeda dengan *baseline*, IAEA akan meminta konfirmasi ke fasilitas untuk menanyakan apakah ada proses didalam hot cell yang belum dideklarasikan/ dilaporkan.

Kegiatan inspeksi seifgard bahan nuklir yang dilakukan oleh BAPETEN dan IAEA untuk memverifikasi bahan nuklir yang ada di fasilitas reaktor riset RSG-GAS selama tahun 2006 sampai dengan 2012 disajikan pada tabel 1.

KESIMPULAN

Pelaksanaan Seifgard di reaktor riset RSG-GAS sebagai penanggung jawab MBA RI-C untuk pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir berjalan sesuai dengan ketentuan peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2011 tentang Seifgard.

Pemeriksaan dokumen-dokumen pendukung akuntansi bahan nuklir, pemeriksaan baik catatan dan laporan bahan nuklir, verifikasi fisik bahan nuklir menggunakan HM5 atau pemeriksaan bahan bakar menggunakan ICVD tidak ditemukan penyimpangan pemanfaatan bahan nuklir dan telah memenuhi apa yang dipersyaratkan oleh IAEA (*conclusive and satisfied the Agency requirements*).

Kegiatan seifgard di reaktor riset RSG-GAS menunjukkan telah dipenuhinya perjanjian seifgard oleh fasilitas reaktor RSG-GAS sebagai reaktor riset serta tidak ditemukan hal-hal yang menyimpang dari dasar pelaksanaan NPT. Keberhasilan kegiatan seifgard di fasilitas nuklir reaktor RSG-GAS selama kurun waktu 2006-2012 menunjukkan komitmen BATAN mematuhi perjanjian dengan IAEA dalam memanfaatkan bahan nuklir untuk tujuan damai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agoes Soejoedi, et. al., Implementasi SPPBN di MBA RI-C, 1996
2. Dicky Tri Jatmiko, et. al., Analisis Complementary Scess Sebagai Bagian dari Additional Protocol, 2005
3. Endang Susilowati, Aspek Seifgard Reaktor GA Siwabessy Sebagai Fasilitas Sensitif Proliferasi, Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir, Vol. 7 No. 1, 2010

4. INFCIRC/ 153 *The Structure and Content of Agreements Between The Agency and States Required in Connection with The Treaty on The Non Proliferation of Nuclear Weapons*
5. KADARUSMANTO, et. al., Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir (SPPBN) di P2TRR, 1999
6. Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard
7. UU No. 8 Tahun 1978 tentang Pengesahan Perjanjian Mengenai Pencegahan Penyebaran Senjata-Senjata Nuklir
8. UU No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 No. 23 Tambahan Lembaran Negara No. 3676)

Tabel 1. Kegiatan Inspeksi Seifgard Bahan Nuklir di Reaktor Riset RSG-GAS tahun 2006-2012

No.	Jenis Inspeksi Seifgard	Tanggal Inspeksi	Inspektur IAEA	Inspektur BAPETEN	Kegiatan yang dilakukan	Hasil yang dicapai
1.	Inspeksi Interim	29-30 Mei 2006	Paulo Moitta Kevin Holm R. Hammerschmied	Djibun Sembiring Mutiarasolichah Umi Nur Zubaedah	1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> , verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i> , pengambilan data ATPM dan DSOS	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)
2.	Inspeksi Interim	28-30 Mei 2007	Kevin Holm G.S. Kim	Djibun Sembiring Umi Nur Zubaedah	1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> , verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i> , pengambilan data ATPM dan DSOS	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)
3.	Inspeksi Interim	21-23 Mei 2008	Kevin Holm Jackson Chintu Popescu Viorel Bailey Douglas	Umi Nur Zubaedah Susilaningsih	1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> , verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i> , penggantian <i>hardware</i> , <i>install software</i> , pengambilan data ATPM dan DSOS	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)
4.	Inspeksi Interim	27-29 April 2009	Kevin Holm Michael Burmester	Umi Nur Zubaedah Wita Kustiana	1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> dan <i>item identification</i> , pengukuran dengan HM5 dan IMCA, verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i> , penggantian <i>hardware</i> , <i>install software</i> , pengambilan data ATPM dan DSOS	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)
5.	Inspeksi PIV	21-23 April 2010	G.S. Kim Michael Burmester	Umi Nur Zubaedah Wita Kustiana	1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> dan <i>item identification</i> , pengukuran dengan HM5 dan IMCA, verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i> , penggantian <i>hardware</i> , <i>install software</i> , pengambilan data ATPM dan DSOS	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)

Tabel 1. Lanjutan

No.	Jenis Inspeksi Seifgard	Tanggal Inspeksi	Inspektur IAEA	Inspektur BAPETEN	Kegiatan yang dilakukan	Hasil yang dicapai
6.	Inspeksi PIV	3-5 Mei 2011	B. Chesnay Jackson Chintu	Mutiara Solichah Zulkarnain Kusbandono	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> dan <i>item identification</i>, pengukuran dengan HM5, verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i>, penggantian <i>hardware</i>, <i>install software</i>, pengambilan data ATPM dan DSOS 	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)
7.	Inspeksi PIV	10-11 Mei 2012	Jackson Chintu Robert Marek	Wita Kustiana Zulkarnain Kusbandono	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemeriksaan Dokumen Akuntansi Bahan Nuklir 2. Pemeriksaan Fisik Bahan Nuklir dengan <i>item counting</i> dan <i>item identification</i>, pengukuran dengan HM5, verifikasi pembukuan, pemantauan Bahan Bakar dengan ICVD 3. Pemeriksaan, penggantian <i>flash disk</i>, penggantian <i>hardware</i>, <i>install software</i>, pengambilan data ATPM dan DSOS 	Tidak ditemukan kendala dalam catatan, laporan, aplikasi maupun <i>undeclared</i> bahan nuklir (<i>conclusive and satisfied the Agency requirements</i>)