

ASPEK SEIFGARD REAKTOR GA SIWABESSY SEBAGAI FASILITAS SENSITIF PROLIFERASI

Endang Susilowati

ABSTRAK

ASPEK SEIFGARD REAKTOR GA SIWABESSY SEBAGAI FASILITAS SENSITIF PROLIFERASI. Seifgard bahan nuklir yang dilaksanakan oleh Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA) ke fasilitas nuklir adalah untuk menjamin bahwa negara anggota mematuhi perjanjian seifgard dan protokol tambahan yang telah ditandatangani. Reaktor GA Siwabessy merupakan salah satu fasilitas nuklir sensitif di Indonesia yang dikenai seifgard IAEA. Perlakuan seifgards reaktor GA Siwabessy lebih ketat dibanding reaktor riset lain karena reaktor GA Siwabessy dianggap mampu menghasilkan plutonium sebanyak 8kg/ tahun. Tulisan ini menjelaskan pendekatan seifgard di reaktor GA Siwabessy yang dilakukan oleh IAEA. Pada intinya pendekatan seifgard dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa kegiatan meliputi akuntansi bahan nuklir, pemasangan peralatan *surveillance* dan pemantauan daya serta pengambilan sampel usap lingkungan. Ditinjau dari bahan nuklir yang dideklarasikan, akuntansi bahan nuklir tetap menjadi *back bone* dari pelaksanaan verifikasi sedangkan *containment* dan *surveillance* menjadi pendukungnya. Dilain pihak ditinjau dari kemampuan mengumpulkan bahan senjata nuklir, pengambilan sampel usap lingkungan dan inspeksi mendadak terbukti sangat *credible* untuk menangkal dan membongkarnya. Mengamati pendekatan seifgard yang saat ini dilakukan IAEA dapat disimpulkan bahwasanya pelaksanaan seifgard tidak mengganggu pengoperasian reaktor dan justru berakibat positif terhadap kerja operator. Operator selalu menyiapkan dokumen seifgard setiap saat karena secara mendadak inspektur IAEA akan datang memeriksa dokumen dan mengambil data dari peralatan yang dipasangnya. Kondisi yang kondusif ini perlu dipertahankan terus menerus guna mendukung tujuan teknologi nuklir untuk perdamaian..

Kata Kunci : Seifgard, bahan nuklir

ABSTRACT

SAFEGURADS ASPECTS ON THE GA SIWABESSY REACTOR AS A SENSITIVE PROLIFERATION FACILITY. Nuclear material safeguards implemented by International Atomic Energy Agency (IAEA) to nuclear facilities is aimed to assure that member States do comply its safeguards agreement and additional protocol signed. The GA Siwabessy reactor constitutes as one of sensitive nuclear facilities in Indonesia which able to produce plutonium in amount of 8kg/ year. This paper describes the IAEA safeguards approaches on the GA Siwabessy reactor by combining several activities including nuclear material accountancy, installing surveillance and power monitor as well as taking environmental sampling inside reactor hot cell. In the view of non diversion of nuclear material accountancy is still a back bone of safeguard implementation. In contrast environmental sampling and short notice inspection act as compliment of the former. It is deemed that the IAEA approaches are well suited with reactor operation activities and positively recognized that short notice inspections by the IAEA entails the operator to prepare correct safeguards document punctually. Safeguards document will be verified against data from safeguards equipment installed. This conducive situation should be continuously maintained in order to support nuclear for peace objective.

Key Words : Safeguard, nuclear material

PENDAHULUAN

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. Tindakan seifgard dipenuhi dengan mengaudit akuntansi bahan nuklir, mengukur bahan nuklir, memasang peralatan seifgard, mengambil sampel lingkungan dan tindakan lain yang dianggap penting dan mendukung pelaksanaan seifgard.

Reaktor GA Siwabessy (RSG-GAS) dipertimbangkan sebagai fasilitas nuklir sensitif, karena dengan kemampuan daya thermal lebih dari 25 Mwatt 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. 8 kg adalah batasan berat minimal plutonium yang saat ini dipercaya dapat diproses menjadi senjata nuklir. Dengan pertimbangan tersebut diatas pelaksanaan seifgard bahan nuklir di RSG-GAS berbeda dengan pelaksanaan seifgard di fasilitas reaktor penelitian dengan daya thermal < 25 Mwatt.

Pelaksanaan seifgard IAEA telah berevolusi dari tradisional seifgard ke integrated seifgard. Pada awalnya ketika seifgard masih dilaksanakan secara tradisional tindakan seifgard untuk bahan nuklir di RSG-GAS adalah verifikasi akuntansi bahan nuklir, pemasangan alat surveillance dan penyegelan. Dengan berkembangnya teknologi dan berdasar pada pengalaman yang diperoleh selama melakukan verifikasi serta untuk mengantisipasi tantangan masa depan yang semakin sulit, pendekatan seifgard mengalami revolusi yang sangat pesat. Pengambilan sampel usap di dalam *hot cell* dan pemasangan alat pemantau daya

reaktor (ATPM) di pipa pendingin primer adalah dua tindakan seifgard yang ditambahkan dengan tujuan untuk memperkuat dan mengefektifkan pelaksanaan seifgard. Satu hal yang tak kalah penting adalah dilaksanakannya inspeksi mendadak IAEA sebagai pengganti inspeksi interim. Notifikasi inspeksi mendadak ke operator fasilitas paling lambat adalah ketika inspektur telah sampai di gerbang fasilitas atau paling cepat dalam rentang waktu 2 jam sebelum inspektur datang ke fasilitas. Sebagai akibatnya operator harus siap diinspeksi IAEA setiap saat. Maksud dari inspeksi mendadak adalah untuk menggagalkan/menghalangi tindakan ilegal yang mungkin direncanakan operator untuk mendapatkan bahan senjata nuklir melalui fasilitas yang telah dideklarasikannya.

Makalah ini menjelaskan lingkup kegiatan seifgard IAEA di RSG-GAS beserta alasan yang mendasari dilaksanakannya kegiatan tersebut. Keberhasilan kegiatan seifgard di setiap fasilitas nuklir perlu mendapat dukungan demi tercapainya tujuan teknologi nuklir untuk kesejahteraan umat manusia dan perdamaian bukan untuk senjata pemusnah.

BAHAN NUKLIR DI RSG-GAS

Bahan nuklir yang ada di RSG-GAS adalah uranium pengkayaan rendah < 20% dalam bentuk perangkat bahan bakar digunakan untuk operasi reaktor. Ada 3 fasilitas penyimpanan bahan bakar meliputi :

1. penyimpanan bahan bakar segar di lantai +8m gedung reaktor
2. teras reaktor lantai +13m, gedung reaktor
3. kolam penyimpanan bahan bakar bekas, lantai +13m, berdampingan dengan kolam reaktor, lantai +13m gedung reaktor.

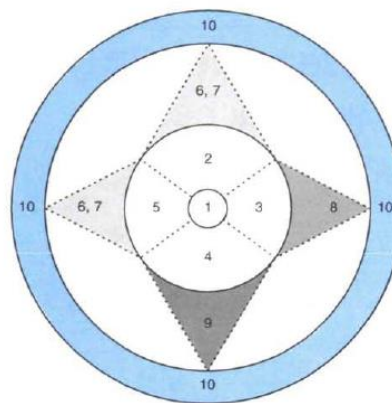
Komposisi senjata nuklir adalah Pu atau HEU. Ada dua jalur pembuatan senjata nuklir yaitu fasilitas olah ulang yang menghasilkan Pu dan HEU dan fasilitas pengkayaan uranium yang mampu menghasilkan HEU. Meskipun bahan nuklir yang digunakan untuk operasi RSG-GAS adalah uranium pengkayaan rendah tetapi RSG-GAS dengan daya >25 Mwatt mampu menghasilkan Pu sebanyak 8kg/tahun, sehingga RSG-GAS dikategorikan sebagai fasilitas strategis proliferasi akibatnya pendekatan seifgard RSG-GAS berbeda dengan pendekatan seifgard reaktor riset dengan daya < 25 Mwatt.

STRATEGI PENYIMPANGAN BAHAN NUKLIR DI REAKTOR RISET

- a. Penyimpangan bahan bakar segar atau bahan bakar sedikit teriradiasi. Strategi penyimpangan jenis ini biasanya dilakukan apabila bahan bakar mengandung Uranium pengkayaan tinggi (HEU) atau plutonium (Pu). HEU dan Pu dapat langsung dijadikan bahan senjata nuklir tanpa melalui transmudasi atau proses pengkayaan lanjut. Batas minimum HEU dan Pu yang saat ini dipercaya dapat dijadikan bahan senjata nuklir masing-masing adalah 8kg dan 25 kg.
- b. Penyimpangan bahan bakar bekas sangat teriradiasi. Strategi jenis ini lebih disukai meskipun waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyimpangan lebih lama disebabkan bahan bakar bersifat sangat radioaktif. Dari aspek seifgard cara ini lebih diperhatikan mengingat banyak bahan bakar bekas yang tersimpan di koalm penyimpan bahan bakar riset reaktor.
- c. Produksi Pu yang tidak dilaporkan. Kemungkinan produksi Pu yang tidak dilaporkan dapat dilaksanakan dengan cara mengiradiasi uranium target. Dengan tersedianya fluks neutron orde

tinggi, produksi Pu dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Target uranium dapat ditempatkan di posisi iradiasi teras reaktor atau dapat diletakkan di posisi reflektor. Meskipun demikian berdasar hasil analisa menyatakan bahwa hanya reaktor riset berdaya > 25 Mwatt yang dapat menghasilkan Pu sebanyak 8 kg/tahun

PENDEKATAN SEIFGARD UNTUK MENANGKAL PROLIFERASI



Gambar 1. Lapisan kegiatan seifgard untuk menghalangi penyimpangan

Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, pada prinsipnya pendekatan seifgard IAEA didasarkan gabungan beberapa kegiatan dengan mempertimbangkan strategi penyimpangan bahan nuklir (1) Strategi penyimpangan meliputi *understatement* penerimaan bahan nuklir (2), penyalahgunaan bahan dan fasilitas nuklir (3), meminjam bahan nuklir dari lain fasilitas (4), dan *overstatemnt* pengiriman bahan nuklir (5). Untuk mengatasi strategi penyimpangan tersebut kegiatan seifgard yang dilakukan adalah memverifikasi dengan cara melakukan pengukuran bahan nuklir secara independen dan mengaudit akuntansi bahan nuklir (6,7),

memverifikasi desain fasilitas (8) dan memasang containment dan surveillance, C/S (9). Kegiatan tersebut merupakan elemen pokok kegiatan seifgard untuk memverifikasi inventori fisik yang dilaporkan oleh operator dan untuk mengevaluasi penutupan neraca bahan nuklir.

PENDEKATAN SEIFGARD DI RSG-GAS

Seifgard IAEA di RSG-GAS dilaksanakan dengan kombinasi beberapa kegiatan meliputi

- pemeriksaan akuntansi bahan nuklir,
- pemasangan peralatan surveillance DSOS,
- pemasangan ATPM
- pengambilan sampel usap/*environmental sampling* di hot cell
- verifikasi design information questionnaire (DIQ)

Verifikasi inventori fisik dilaksanakan pada saat inspeksi tahunan (PIV). Inspeksi mendadak dilaksanakan tidak menentu tergantung kebutuhan IAEA, tetapi biasanya 1 kali dalam 1 tahun. Pada pendekatan seifgard yang baru akuntansi bahan nuklir masih merupakan corner stone pelaksanaan seifgard. C/S merupakan komponen pendukung dan sekaligus berfungsi untuk mengamati pergerakan bahan nuklir atau mempertahankan *continuity of knowledge* pengganti kehadiran inspektur.

Pada saat PIV, semua bahan bakar di gudang bahan bakar segar, di teras reaktor dan di kolam penyimpanan bahan bakar bekas diverifikasi secara random dengan metoda tidak merusak (*non destructive assay, NDA*) untuk memastikan bahwa semua bahan bakar tidak ada yang dipalsukan. Bahan bakar segar diverifikasi dengan *multichannel analyzer (MCA)* untuk menghitung apakah tingkat pengkayaan uranium di dalam bahan bakar

beserta beratnya sesuai dengan yang dilaporkan. Bahan bakar yang ada di teras reaktor di verifikasi dengan peralatan *cerenkov viewing device (CVD)*. Sinar cerenkov yang terpancar di sekeliling bahan bakar membuktikan adanya produk fisi yang terkandung di dalam bahan bakar sekaligus membuktikan keberadaan uranium. Verifikasi dengan CVD dilakukan ketika reaktor sedang dimatikan. Apabila PIV dilakukan ketika reaktor sedang beroperasi, verifikasi bahan bakar di teras reaktor dilakukan dengan uji kritikalitas. Pembangkitan daya selama reaktor dioperasikan diverifikasi dengan *Advanced Thermal Hydraulic Power Monitor (ATPM)* yang dipasang di bagian luar 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. Data ATPM digabung data dari DSOS dapat digunakan untuk mengetahui apakah operator memproduksi/tidak memproduksi *undeclared* Pu.

PERALATAN IAEA YANG DIPASANG DI RSG-GAS



Gambar 2a. DSOS, nampak dari dalam



Gambar 2b. DSOS Server 1 dan Server



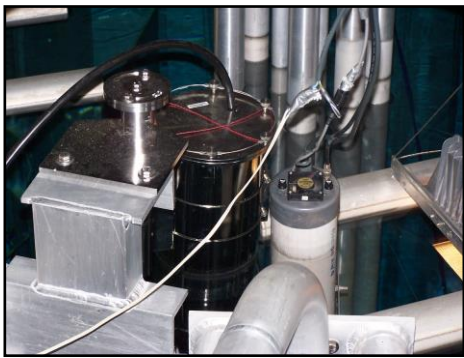
Gambar 4. DSOS Server 3 dan Server 4



Gambar 3a. Camera DSOS, mengamati SFP



Gambar 5a. Camera DSOS mengamati exit hatch



Gambar 3b. Camera DSOS, mengamati reaktor



Gambar 5b. Exit hatch



Gambar 6a. Camera DSOS mengamati Pintu keluar *hot cell*



Gambar 6 b. *Hotcell*



Gambar 7a. ATPM Server



Gambar 7b. Komponen ATPM dipasang di bagian luar pendingin primer

PENGAMBILAN SAMPEL USAP / ENVIRONMENTAL SAMPLING.

Sampel usap lingkungan merupakan salah satu tindakan safeguards IAEA yang sangat efektif dan canggih untuk mendeteksi keberadaan bahan / aktivitas nuklir baik yang dideklarasikan maupun yang mungkin tidak dideklarasikan. Sehingga kepatuhan suatu negara terhadap perjanjian safeguards yang telah disetujui dapat dievaluasi. Sampel yang berupa debu dapat diperoleh dengan mengusapnya dengan *cotton* usap. Partikel yang menempel pada *cotton* dianalisa dan dievaluasi untuk mendeteksi kemungkinan adanya bahan / aktivitas nuklir yang tidak dideklarasikan.

Iradiasi target dan proses pemisahan plutonium di dalam hot cell mungkin masih dapat disembunyikan dari tindakan tradisional seifgard, khususnya bila jumlah produksi Pu hanya sedikit < 8 kg, dimana jadwal inspeksi selalu diberitahukan lebih dahulu dan hanya dibatasi setiap tahun. Kegiatan ilegal ini dapat dihentikan sementara sebelum inspektur IAEA datang ke fasilitas. Perlu disadari bahwa proses pemisahan Pu di dalam hot cell pastilah akan meninggalkan traces di lingkungan sekitar dimana bahan target diproses,

meskipun pemisahan dilakukan dengan sangat hati-hati. Traces dalam jumlah yang sangat kecil ini dapat dideteksi dengan pengambilan sampel usap dimana analisisnya menggunakan yang sangat sensitif. Pengambilan sampel usap lingkungan tidak akan mengganggu operator.

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

KESIMPULAN

Ditinjau dari pihak fasilitas, pendekatan seifgard yang diberlakukan oleh IAEA di RSG-GAS tidak mengganggu kegiatan operasi reaktor. Konsekuensi logis yang harus diterima oleh operator adalah bahwa dokumen dokumen seifgard harus selalu siap diperiksa karena secara mendadak inspektur IAEA akan datang memeriksa dokumen dan mengambil data dari peralatan yang dipasangnya. Bagi operator yang selalu memenuhi perjanjian seifgard dan protokol tambahan, pendekatan seifgard yang dilakukan oleh IAEA tidak menimbulkan kesulitan. Bagi operator yang berniat melakukan proliferasi inspeksi mendadak dan pengambilan sampel usap dapat mmbongkar dan menggagalkan rencana tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. **T.E.SHEA and K. CHITUMBO**, Safeguarding Sensitive Nuclear Materials: Reinforced Approaches IAEA Bulletin 3/ 1993
2. **GIANCARLO ZUCCARO-LABELLART AND ROBERT FAGERHOLM**, Safeguards at Research Reactors: Current practices, future directions, IAEA Bulletin 3/1993.
3. **D.FISHER**, "Environmental Sampling for Safeguards" Training Coures on Environmental Sampling, "held at IAEA Safeguards Analytical Laboratory Seibersdorf 2001.