

## SISTEM AKUNTANSI DAN PENGENDALIAN BAHAN NUKLIR UNTUK KEAMANAN NUKLIR TINGKAT FASILITAS

Endang Susilowati  
Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN  
email : endang@batan.go.id

### ABSTRAK

**SISTEM AKUNTANSI PENGENDALIAN BAHAN NUKLIR UNTUK KEAMANAN NUKLIR TINGKAT FASILITAS.** Adalah penting untuk kepentingan keamanan nuklir bahwa sistem akuntansi bahan nuklir dan sistem proteksi fisik saling berkoordinasi dan saling melengkapi.menyediakan *defense in depth* dan meningkatkan kemampuan deteksi atas pencurian bahan nuklir. Tujuan utama pengendalian bahan nuklir adalah untuk mempertahankan *knowledge* dari bahan nuklir agar penangkalan dan deteksi tindakan yang bertujuan untuk mengambil bahan nuklir secara tidak sah atau tindakan penyelewengan dapat dirancang dengan tepat. Akuntansi bahan nuklir mampu mengidentifikasi jumlah dan karakteristik bahan nuklir yang hilang. Akuntansi tanpa pengendalian mengakibatkan bahan nuklir tidak dapat dipertanggung jawab dengan benar begitu pula sebaliknya. Tulisan ini membahas sinergi akuntansi dan pengendalian bahan nuklir selama bahan nuklir dimanfaatkan. Tujuannya adalah untuk mengenalkan akuntansi dan tindakan praktis pengendalian bahan nuklir untuk kepentingan keamanan nuklir. Pembahasan dilakukan dengan merangkum studi pustaka dibandingkan dengan penerapan elemen-elemen keamanan nuklir yang dilaksanakan di fasilitas. Dipercaya sinergi keduanya dapat mengefektifkan pelaksanaan sistem keamanan tingkat fasilitas.

**Kata Kunci : Akuntansi bahan nuklir, pengendalian, keamanan nuklir**

### ABSTRACT

**ACCOUNTANCY AND CONTROL SYSTEM OF NUCLEAR MATERIAL FOR NUCLEAR SECURITY OF FACILITY LEVEL.** *It is important for nuclear security system that both accountancy system for nuclear material and physical protection complementing each other providing defense in depth increasing capability for detection of nuclear material thiefery. The main objective is to maintaian of knowledge of nuclear material as such deterrence and detection of measure for malicious act or abusing of nuclear material can be designed correctly. Accountancy of nuclear material is able to identify the amount and characteristic of missing nuclear material. Accountancy without control leading nuclear material is un-controlable. This paper describes synergy of accountancy and control of nuclear material while it is used. The objective is to introduce of the accountancy and the practicle matter of controlling nuclear material for security of nuclear material. Discussion is done by summarizing the literature that synergy of both can be compare to the implementation of nuclear security inspired at the facility. It is deem that synergy of them may effectively executes of nuclear security at the facility.*

**Kata kunci : akuntansi bahan nuklir, pengendalian, keamanan nuklir**

\*) Staf Pusat Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy- BATAN

### PENDAHULUAN

Sistem akuntansi dan pengendalian bahan nuklir (NMAC) dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan penangkalan dan deteksi terhadap tindakan tidak sah *insider* dengan cara mempertahankan inventori keseluruhan bahan nuklir, termasuk informasi lokasi bahan nuklir, komposisi isotop, jumlah, jenis, penggunaan dan pergerakannya. NMAC yang efektif dapat mendeteksi tindakan ilegal insider terkait bahan nuklir dan membantu pengkajian yang benar terkait *possible anomaly*. NMAC mampu mengidentifikasi jumlah dan karakteristik bahan nuklir yang hilang. Akuntansi dan pengendalian saling berkontribusi satu sama lain. Akuntansi tanpa pengendalian mengakibatkan bahan nuklir tidak dapat

dipertanggung jawabkan dengan benar begitu pula sebaliknya **1**). Adalah penting untuk kepentingan keamanan nuklir bahwa sistem proteksi fisik dan NMAC saling berkoordinasi dan saling melengkapi.menyediakan *defense in depth* dan meningkatkan kemampuan deteksi atas pencurian bahan nuklir.

Akuntansi bahan nuklir meliputi kegiatan pelacakan bahan nuklir termasuk memproses, memproduksi, menerima dan mengirim, merelokasi dan menyimpannya di fasilitas **2**). Tindak pengendalian meliputi: kontrol akses ke bahan nuklir, ke peralatan ke lokasi dimana bahan nuklir dan data disimpan, pengendalian akses ke bahan nuklir; kungkungan bahan nuklir; surveillance; program untuk memantau bahan nuklir ketika diprose. Bagaimana menyelaraskan unsur-unsur

akuntansi bahan nuklir untuk memperkuat keamanan nuklir, termasuk pengendalian dan pergerakan bahan nuklir sehingga diperoleh sistem keamanan nuklir sebagai yang direkomendasikan dalam INFCIRC/225 Rev5 3).

Tulisan ini membahas tentang pengendalian bahan nuklir selama bahan nuklir dimanfaatkan meliputi penyimpanan, penggunaan dan selama bahan nuklir diproduksi. Tujuannya adalah untuk mengenalkan tindakan praktis pengendalian bahan nuklir untuk kepentingan keamanan nuklir termasuk pergerakan bahan nuklir dan penggunaan *graded approach*. Pembahasan dititik beratkan pada pengendalian bahan nuklir selama pemanfaatannya menggunakan sistem akuntansi bahan nuklir. Pengendalian bahan nuklir meliputi pengendalian administratif dan pengendalian teknis yang dilaksanakan untuk menjamin bahwa bahan nuklir tidak disalahgunakan atau dipindahkan tanpa penggunaan akuntansi yang tepat 4).

## PERGERAKAN DAN PENGENDALIAN BAHAN NUKLIR

Bahan nuklir mempunyai resiko yang lebih ketika sedang bergerak dibanding ketika bahan nuklir dalam penyimpanan. Oleh sebab itu pemantauan yang kontinyu perlu dilakukan. Ketika bahan nuklir sedang dipak, dikirim atau sedang dipindahkan. Bahan nuklir harus diukur sebelum dikirim keluar fasilitas atau ditransfer antar KMP. Pengukuran dilakukan untuk menjamin tidak ada bahan nuklir yang ditambahkan atau dikurangi selama dalam transportasi, Bahan nuklir dalam kondisi lemah ketika mengalami pergerakan. Oleh sebab itu pengendalian perlu dirancang sejak awal, dalam pengangkutan dan penerimaan untuk menjamin bahwa bahan nuklir tidak dicuri atau disalahgunakan oleh *insider* 5).

Tujuan pengendalian bahan nuklir adalah untuk mencegah penggunaan ilegal bahan nuklir. Sistem pengendalian bahan nuklir ditetapkan untuk memberikan wewenang terhadap kegiatan pengelolaan, pemrosesan atau penyimpanan bahan nuklir. Sistem ini harus mampu melacak dan mempertahankan Continuity Of Knowledge bahan nuklir di suatu daerah neraca bahan nuklir sebelum dan setelah bahan nuklir diukur. Unsur lain dari sistem pengendalian bahan nuklir adalah koordinasi dengan sistem proteksi fisik untuk pengendalian akses ke lokasi bahan nuklir, peralatan dan data, pemantau radiasi, *containment and surveillance*. Tindakan pengendalian yang efektif harus berprinsip redundansi berdasar pada jenis ancaman, bentuk dan jenis bahan nuklir, kuantitas dan juga harus memperhatikan regulasi nasional

Tindak pengendalian meliputi: kontrol akses ke bahan nuklir, kontrol akses ke lokasi dimana

bahan nuklir dan data berada, pengendalian akses ke bahan nuklir; kungkungan bahan nuklir; *surveillance*; program untuk memantau bahan nuklir ketika diproses.

Masing-masing tindakan memerlukan fitur yang khas untuk mengendalikan bahan nuklir dan mendeteksi sesuatu yang dapat mengakibatkan pemindahan tidak sah. Dalam mendesain area neraca bahan nuklir. Pengendalian tambahan diperlukan untuk *Material Balance Area* bahan nuklir yang *attractive* dan dalam jumlah yang banyak. *Material balance Area* (MBA) adalah suatu *area* dimana keluar masuknya bahan nuklir bisa dihitung. Pengendalian bahan nuklir harus dilaksanakan dengan *graded approach*. Sebagai contoh adalah Plutonium (Pu) dan uranium pengkayaan tinggi (HEU) memerlukan pengendalian tambahan dalam artian ketika akan mengambil dan memasukkan bahan nuklir tersebut ke dalam *vault* harus menggunakan aturan *two person rule*. Lain halnya kalau yang disimpan adalah uranium pengkayaan rendah (LEU) pengendalian yang dilakukan adalah *less stringent*.

## RESPON ANOMALI DI DALAM PENGENDALIAN BAHAN NUKLIR

Deteksi adanya anomali dapat terjadi setiap saat dan perlu segeraditindak lanjuti untuk melakukan investigasi mencari penyebabnya. Kriteria anomali perlu ditentukan terlebih dahulu 4). Prosedur harus dikembangkan untuk menangani. Anomali membutuhkan personil proteksi fisik untuk melaksanakan tindakan kompensasi untuk mencegah pemindahan tidak sah bahan nuklir. Kejadian ini melibatkan orang-orang yang bertanggung jawab di daerah neraca bahan nuklir. Sebagai contoh bahan nuklir bentuk item yang telah tercatat di pembukuan bahan nuklir hilang dari lokasinya atau ditemukannya bahan nuklir yang tidak tercatat dalam pembukuan. Selama invetigasi perlu dipertimbangkan apakah peristiwa ini memang sengaja dilakukan atau tidak dan apakah akan terdeteksi tepat waktu atau sebagai pemindahan tidak sah yang tersamar.

Yang dikategorikan possible anomaly adalah 1) :

- Bahan nuklir hilang
- Pemindahan illegal bahan nuklir
- Bahan nuklir disimpan pada lokasi yang salah
- Ditemukan bahan nuklir yang disimpan tidak tercatat
- Tindakan ilegal terkait bahan nuklir
- Wadah bahan nuklir rusak

Langkah awal dalam mencari bahan nuklir yang hilang yaitu dengan mencari di lokasi yang berdekatan dengan lokasi penyimpanan. Meriviu catatan operasi dan akuntansi bahan nuklir kemungkinan ada pergerakan bahan nuklir yang

tidak dicatat secara akurat. Kalau langkah ini belum menyelesaikan masalah, personil proteksi fisik harus diinformasikan untuk melaksanakan langkah pengendalian *exit* dari fasilitas untuk menjamin ada tidaknya *insider* melakukan hal ini 4). Secara serentak personil seifgard melakukan *Physical Inventory Taking (PIT)* darurat di *Key Measurement Point (KMP)* dimana bahan nuklir disimpan dilanjutkan PIT di keseluruhan KMP. Bahan nuklir yang ada di wadah bahan nuklir harus diverifikasi untuk menjamin bahwa bahan nuklir tidak ada yang hilang. Jika anomali tidak diidentifikasi dan hasil pengukuran menunjukkan adanya bahan nuklir yang hilang, personil yang melakukan identifikasi perlu diwawancara. Jika hasil wawancara tidak menyelesaikan masalah PIT darurat harus dilaksanakan. Personil proteksi fisik diberi tahu dan pengendalian dilakukan agar bahan nuklir tidak keluar fasilitas.

## PEMBAHASAN

Sistem akuntansi bahan nuklir tingkat fasilitas harus lengkap (identitas, jenis, kuantitas dan lokasi dan dari keseluruhan bahan nuklir), akurat dan tepat serta mengandung informasi yang cukup untuk menentukan apakah terjadi *possible anomaly* atau tidak terjadi *possible anomaly*. Selain untuk mengumpulkan informasi terhadap perjanjian seifgard antara pihak Negara dan IAEA yang ditandatangani, sistem informasi bahan nuklir harus dapat digunakan untuk menyelesaikan adanya indikasi pemindahan tidak sah bahan nuklir serta untuk menemukan kembali bahan nuklir yang hilang.

Sistem rekaman NMAC membentuk kerangka dasar inventori bahan nuklir fasilitas. Untuk keperluan keamanan nuklir, sistem rekaman harus menyediakan informasi yang dibutuhkan untuk membantu mengidentifikasi dan mengkuantifikasi pada waktu yang tepat jenis dan jumlah bahan nuklir yang hilang, berdasar pada kemampuan untuk menciptakan inventori buku yang akurat dengan berpedoman pada

- Sejarah aktivitas dan pergerakan bahan nuklir
- Kemampuan untuk mendeteksi

Semua kegiatan/pergerakan terkait dengan bahan nuklir di Pusat Reaktor Seba Guna GA Siwabessy (PRSG) harus dicatat meliputi pengiriman, penerimaan, perpindahan antar KMP. Hasil tindakan pemantauan dan pengendalian juga harus didokumentasikan. Dokumen asli transaksi bahan nuklir harus dipertahankan sebagai yang disyaratkan oleh badan pengawas.

Biasanya karena di PRSG sistem akuntansinya berbentuk item, akan sulit bagi *adversary* untuk melakukan tindakan ilegalnya. *Anomali* yang diidentifikasi melalui tindak

pengendalian kemungkinan adalah ditemukannya bahan nuklir yang melebihi batas. Tidak lanjutnya adalah meriviu catatan akuntansi oleh personil yang ahli akuntansi bahan nuklir. Harus dipastikan bahwa neraca bahan nuklir adalah akurat, tidak adanya duplikasi dan kesalahan menempatkan penulisan angka. Jika verifikasi menunjukkan tidak adanya kesalahan, pengukuran kembali perlu dilakukan. Ketika pengukuran kembalipun tidak membawa hasil, langkah lanjut adalah menginterview pekerja yang melakukan pergerakan bahan nuklir. Aturan *two person rule* harus dipastikan dan apakah ada indikasi ketidak teraturan ketika bahan nuklir dipindahkan. *Malfunction* dapat menyebabkan perbedaan jumlah bahan nuklir. Pekerja operasi dan seifgard harus saling bekerja sama untuk menyelesaikan masalah ini. Adalah penting untuk kepentingan keamanan nuklir bahwa sistem proteksi fisik dan NMAC saling berkoordinasi dan saling melengkapi. menyediakan *defense in depth* dan meningkatkan kemampuan deteksi atas pencurian bahan nuklir.

Dalam hal penerimaan bahan nuklir bahan nuklir, bahan nuklir yang diterima di fasilitas harus diverifikasi dahulu sebelum digunakan untuk operasi untuk memastikan bahwa pemindahan tidak sah yang mungkin terjadi telah terdeteksi. Yang perlu diperhatikan lagi adalah kemungkinan adanya *shipper-receiver difference (SRD)* untuk menyembunyikan tindakan ilegal pemindahan bahan nuklir. Nilai kumulatif SRD perlu dievaluasi dan ditetapkan harga maksimumnya dengan mempertimbangkan kemampuan pengukuran dan *Design Basis Threat*. Dalam jumlah bahan nuklir yang besar dapat digunakan oleh pihak penyusup internal untuk menyembunyikannya dan secara ilegal memindahkannya. Hal ini akan terjadi pada fasilitas *bulk handling*. Pergerakan bahan nuklir harus didokumentasikan dan rekaman harus di *update*. Sistem NMAC harus dirancang untuk menghalangi dan mendeteksi pemindahan atau substitusi bahan nuklir selama pergerakannya. *Continuity Of Knowledge* bahan nuklir perlu dipertahankan

Selama investigasi kemungkinan perlu dipertimbangkan bahwa *possible anomaly* timbul karena faktor kesengajaan untuk menyembunyikan adanya tindakan ilegal. Beberapa *possible anomaly* seperti bahan nuklir yang hilang perlu mendapat respon yang cepat dan sebaliknya rekaman atau laporan bahan nuklir yang tidak benar tidak memerlukan tindakan segera karena dipertimbangkan masih cukup waktu meskipun perlu dievaluasi. Bahan nuklir yang dipercaya terkait *possible anomaly* dipisahkan di lokasi lain sampai masalah terselesaikan.

Oleh sebab itu proses *physical inventory taking (PIT)* sangat diperlukan untuk keamanan

nuklir karena mengkonfirmasi keakuratan inventori buku dan keberadaan inventori fisik dan selanjutnya membuktikan bahwa sistem NMAC telah dilaksanakan dengan efektif. PIT dapat membuka ada tidaknya *possible anomaly* yang tidak terdeteksi oleh elemen keamanan yang lain. Meskipun demikian PIT tidak selalu menjamin deteksi tepat waktu terhadap tindak ilegal.

## KESIMPULAN

Sistem akuntansi bahan nuklir dengan keakurannya dalam pencatatan data, jenis dan banyaknya inventori bahan nuklir dapat digunakan sebagai pendukung sistem keamanan nuklir dalam mendeteksi *possible anomaly* yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and

Nuclear Facilities,(INFCIRC/225/Revision 5, IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2011).

2. **INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**, Preventive and Protective Measures against Insider Threats, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 8IAEA, Vienna (2008).
3. **INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**, Nuclear Material Accounting Handbook, IAEA Services Series No. 15, IAEA, Vienna (2008).
4. **INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**, Nuclear Security Culture Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 7, IAEA, Vienna (2008).
5. **INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**, International Target Values for Measurement Uncertainties in Safeguarding Nuclear Materials, Safeguards Technical Report STR-368,