

PENGELOLAAN DATA NUKLIR FORENSIK PUSAT TEKNOLOGI BAHAN BAKAR NUKLIR TAHUN 2017

Pertiwi Diah W., Susanto, Bening F
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

ABSTRAK

Incident and Trafficking Database (ITDB) melaporkan telah terjadi kejadian ilegal yang melibatkan bahan nuklir dan radioaktif dari seluruh negara anggota sejak tahun 1993. Untuk mendukung terciptanya keamanan nuklir, PTBBN ikut andil dengan melakukan penelitian dan pengembangan nuklir forensik. Sesuai dengan Perka BATAN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Perubahan Atas Peka BATAN Nomor 21 Tahun 2014 Tentang Rincian Tugas Unit Kerja Di BATAN Pasal 224 Ayat (2) poin (g), SubBidang ABNPL mempunyai tugas untuk mengelola Nuclear Forensic Library. Oleh karena itu, hasil analisis identifikasi bahan nuklir berupa fingerprint di PTBBN dikelola agar data hasil analisis dapat tertelusur dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya. Hasil analisis identifikasi bahan nuklir dikumpulkan dari masing masing penanggung jawab dan kemudian dilakukan input data ke dalam sistem database (NFL). Data yang didapat berupa informasi dan hasil analisis karakteristik dari batuan uranium dari PTBBN, yellowcake dan bahan bakar uranium fabrikasi yang dimiliki oleh PTBBN. Hingga saat ini masih terus dilakukan pemutakhiran data sehingga fingerprint masing-masing bahan nuklir menjadi lengkap.

Kata kunci : bahan nuklir, forensik, forensik nuklir, database, fingerprint

PENDAHULUAN

Pada tahun 2016, sebanyak 34 negara telah melaporkan 189 kejadian yang mengindikasikan adanya kejadian/tindakan ilegal yang melibatkan bahan nuklir dan radioaktif, termasuk perdagangan bebas dan penggunaan yang disalahgunakan. Terdapat total 3068 laporan terkonfirmasi yang masuk ke ITDB sejak tahun 1993 oleh negara partisipan. Laporan tersebut terdiri dari 270 laporan kejadian yang melibatkan peristiwa perdagangan bebas dan penggunaan yang disalahgunakan, 904 laporan kejadian di mana terdapat bahan nuklir dan/atau bahan radioaktif yang tidak mempunyai informasi yang cukup apakah terkait dengan perdagangan atau penggunaan yang disalahgunakan, dan 1894 laporan kejadian yang tidak terkait perdagangan bebas dan penggunaan yang berbahaya^[1].

Kejadian yang terkait dengan tindakan penyalahgunaan bahan nuklir juga telah terjadi di Indonesia. Pada tahun 2017 Tim Densus 88 dan Gegana Polda Jabar melakukan pengeledahan di rumah terduga teroris di Kampung Jajaway, Kelurahan Antapani Kidul, Kecamatan Antapani, Kota Bandung^[2]. Terkait dengan penangkapan tersebut, Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Jazi Eko Istiyanto menyatakan bahwa rakitan bom yang ditemukan sudah menggunakan thorium. Tetapi

seandainya bom rakitan tersebut diledakkan maka efeknya hanya dampak konvensional dan tidak menimbulkan bahaya radiasi atau radiologi^[3].

Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) melalui Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN) ikut andil dalam peningkatan keamanan nuklir di Indonesia dengan melakukan penelitian dan pengembangan nuklir forensik. Kegiatan Identifikasi dan finger print bahan nuklir tersebut tertuang pada Peraturan Kepala BATAN Nomor 21 Tahun 2014 tentang Rincian Tugas Unit Kerja Di Badan Tenaga Nuklir Nasional dan Rencana Strategis (Renstra) PTBBN tahun 2015-2019. Finger print atau data hasil dari identifikasi bahan nuklir tersebut yang kemudian dikelola dalam Nuclear Forensics Library (NFL) oleh Sub Bidang Akuntansi Bahan Nuklir dan Pengelolaan Limbah (ABNPL) sesuai dengan Perka BATAN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Perubahan Atas Perka BATAN Nomor 21 Tahun 2014 Tentang Rincian Tugas Unit Kerja Di BATAN Pasal 224 Ayat (2) poin (g).

Kegiatan ini merupakan pengelolaan hasil analisis identifikasi bahan nuklir berupa finger print dari batuan uranium, yellowcake, dan bahan bakar nuklir di PTBBN. Tujuan dari kegiatan ini agar data hasil analisis dapat tertelusur dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

TEORI

Forensik nuklir merupakan analisis ilmiah yang menyeluruh terhadap bahan nuklir dan radioaktif atau barang bukti yang terkontaminasi bahan radioaktif dalam konteks hukum nasional dan internasional dan keamanan nuklir^[4]. Forensik nuklir membandingkan dan menghubungkan barang bukti dengan bahan yang telah diketahui sebelumnya melalui database atau finger print bahan nuklir. Finger print tersebut merupakan karakteristik-karakteristik dari bahan nuklir dan radioaktif^[5]. Finger print tersebut dikelola dalam sebuah Nuclear Forensics Library (NFL) atau Perpustakaan Forensik Nuklir. NFL terdiri dari gambaran atau informasi, dan beberapa contoh kasus dari bahan nuklir dan radioaktif yang diproduksi.

Database adalah basis data, atau kumpulan data yang bisa diolah untuk menghasilkan informasi^[6]. Database didapatkan dari karakteristik-karakteristik setiap bahan nuklir dan radioaktif sehingga menjadi NFL. Untuk pengelolaan database, diperlukan perangkat lunak agar dapat dengan mudah disimpan, dimanipulasi, dan ditampilkan^[7].

Finger print merupakan karakteristik-karakteristik bahan nuklir yang memungkinkan suatu sampel dapat diidentifikasi (mempunyai keunikan). Idealnya,

karakteristik tersebut menunjukkan suatu jenis material tertentu, proses produksi atau pengolahan, dan geolokasi dari bahan tersebut didapatkan^[8].

METODOLOGI

Kegiatan diawali dengan melakukan studi literatur tentang pengembangan NFL. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan sistem database (NFL) berdasarkan studi literatur untuk memudahkan pengelolaan data. Data dikumpulkan dari masing masing penanggung jawab dan kemudian dilakukan input data ke dalam sistem database (NFL).

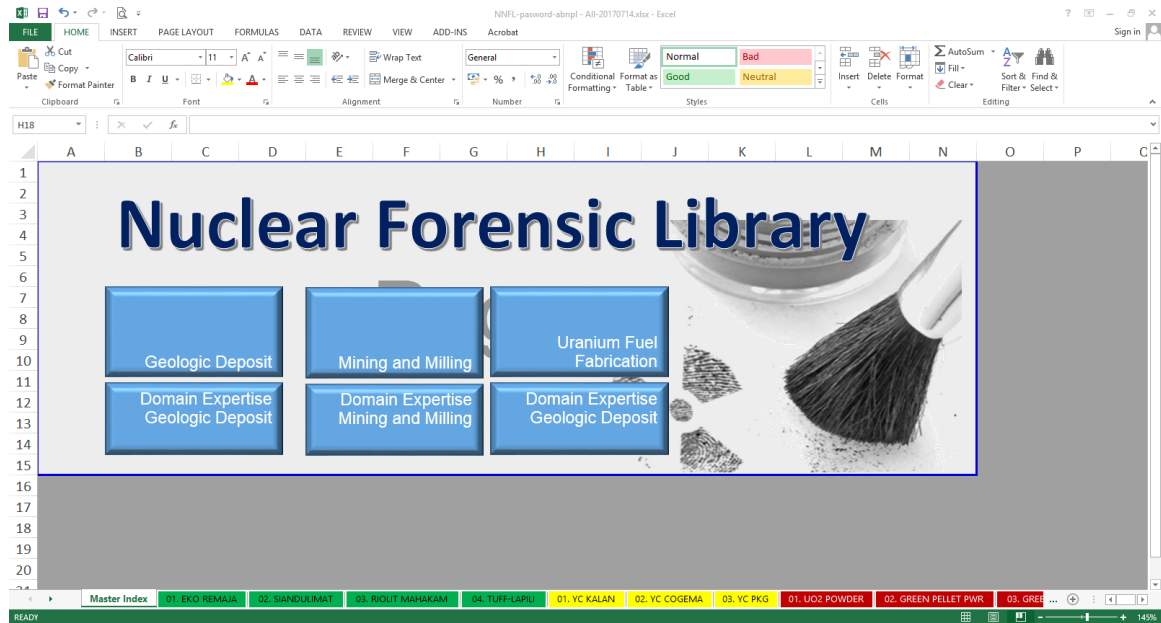
HASIL DAN PEMBAHASAN

Referensi yang digunakan untuk studi literatur yaitu IAEA Nuclear Security Series NST018 Development Of National Nuclear Forensics Library. Hasil studi literatur digunakan untuk membuat sistem database karakteristik bahan nuklir atau NFL. Karakteristik tersebut dibagi menjadi 10 jenis bahan nuklir yang termasuk dalam siklus bahan nuklir dan 2 jenis bahan sumber radioaktif. Bahan nuklir tersebut, yaitu :

1. Batuan geologi
2. Uranium hasil tambang, milling, dan pemurnian
3. Uranium terkonversi
4. Uranium diperkaya
5. Bahan bakar nuklir terfabrikasi
6. Bahan bakar MOX
7. Bahan bakar nuklir segar
8. Bahan bakar nuklir teriradiasi
9. Reprocessing
10. Limbah radioaktif

Dari setiap jenis bahan nuklir tersebut mempunyai karakteristik tersendiri dan dapat menjadi field dari sistem database.

Selanjutnya adalah mengumpulkan hasil analisis karakteristik bahan nuklir dari para penanggung jawab. Jenis bahan nuklir hingga saat ini yang menjadi fokus penelitian adalah batuan uranium dari Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir (PTBGN), yellowcake dan bahan bakar nuklir yang dimiliki oleh PTBBN. Hasil analisis tersebut yang selanjutnya diinput pada NFL dan menjadi database. yang tersedia baru 3 itu saja untuk memudahkan pengelolaan dan perawatan NFL.



Gambar 1. Halaman Muka Database atau Nuclear Fprensic Library (NFL)

PTBBN telah melakukan kerjasama dengan PTBGN melakukan analisis karakteristik-karakteristik (fingerprint) batuan uranium yang berada di Indonesia. Batuan tersebut yaitu batuan dari Eko Remaja-Kalan, Tor Siandulimat, Sungai Marta-Hulu Mahakam, dan Boteng-Mamuju. Data informasi dan fingerprint didapatkan dari PTBGN dan juga hasil analisis di PTBBN. Hingga saat ini masih ada beberapa karakteristik yang masih belum didapatkan, seperti tanggal produksi atau tanggal penambangan, kandungan isotop stabil, trace element, dan beberapa data lainnya.

Tabel 1. Kelengkapan Database Batuan Uranium Berdasarkan Material

Karakteristik	Material Terkumpul			
	Batu Eko Remaja (Kalan)	Batu Siandulimat (Batu Pasir dengan Carbon Layer)	Riolit tipe Nyaan	Tuff-Lapili
Material				
Index	D01	D02	D03	D04
Record Date	√	√	√	√
Owner	√	√	√	√
Owner Address	√	√	√	√
Analytical Laboratorium	√	√	√	√
Analytical Laboratorium Address	√	√	√	√
Country of Origin	√	√	√	√
Supplier	n/a	n/a	n/a	n/a
Supplier Address	n/a	n/a	n/a	n/a
Batch Identification	x	x	x	x
Process Date	x	x	x	x
Shipper	n/a	n/a	n/a	n/a
Shipping Date	n/a	n/a	n/a	n/a
Mine Location	√	√	√	√
Geological Formation	√	√	√	√
Deposit types	√	√	√	√

Mining Technology	√	n/a	n/a	n/a
Colour	√	√	√	√
Isotope Name	x	x	x	x
Isotope Concentration	x	x	x	x
Isotope Con Uncertainty	x	x	x	x
Trace Element name	x	x	x	x
Trace element concentration	x	x	x	x
Trace element concentration uncertainty	x	x	x	x
Minerals present	√	√	√	√
Chem composition of Minerals	√	√	√	√
Volume percentages of mineral	x	x	x	x
U concentration	√	√	√	√
U Concentration Uncertainty	x	x	x	x
Isotopes Ratio	√	√	√	√
Isotopes Ratio Uncertainty	x	x	x	x
Density	√	√	√	√
*keterangan : √ : data tersedia x : data belum tersedia n/a : tidak tersedia data untuk karakteristik tersebut				

Yellowcake yang dianalisis hingga saat ini adalah yellowcake yang dimiliki oleh PTBBN, yaitu yellowcake dari Kalan, Cogema, dan PKG (Pupuk Kimia Gresik). Hingga saat ini masih ada beberapa karakteristik yang masih belum didapatkan, seperti tanggal produksi, identifikasi batch, seri peluruhan radionuklida, isotop stabil, beberapa data morfologi, dan data lainnya yang terkait.

Tabel 2. Kelengkapan Database Material Mining & Milling

Karakteristik	Material Terkumpul		
	YC Kalan	YC Cogema	YC PKG
Material	M01	M02	M03
Index	M01	M02	M03
Record Date	√	√	√
Owner	√	√	√
Owner Address	√	√	√
Analytical Laboratorium	√	√	√
Analytical Laboratorium Address	√	√	√
Country of Origin	√	√	√
Supplier	n/a	x	n/a
Supplier Address	n/a	x	n/a
Batch Identification	x	x	x
Process Date	x	x	x
Shipper	x	n/a	n/a
Shipping Date	x	n/a	n/a
Compound Name	√	√	√
Stoichiometry Deviation	x	x	x
Isotope Act Name	x	x	x
Activity Concentration	x	x	x
Activity Concentration Uncertainty	x	x	x
Isotope Name	x	x	x
Isotope Name Concentration	x	x	x
Isotope Concentration Uncertainty	x	x	x
Trace Element Name	√	√	√
Trace Element Concentration	√	√	√
Trace Element Concentration Uncertainty	x	x	x

Mining/Milling Process	x	x	x
Location Proccess Site	√	n/a	n/a
Range Date Production	x	x	x
Density	√	√	√
Lattice Structure	x	x	x
Aspect Ratio	x	x	x
Porosity	x	x	x
Colour	√	√	√
Particle Size	x	x	x
Shape	x	x	x
Surface Feature	x	x	x
U Concentration	√	√	√
U Concentration Uncertainty	√	√	√
Isotope Ratio	x	x	x
Isotope Ratio Uncertainty	x	x	x
*keterangan : √ : data tersedia x : data belum tersedia n/a : tidak tersedia data untuk karakteristik tersebut			

Selain itu, data bahan nuklir fabrikasi di PTBBN hasil analisis yang didapat yaitu Serbuk UO₂, Green dan Sintered Pellet PWR, Green Pellet dan Sintered PHWR CANDU, Green Pellet Cirene dan UO₂ Fuel Pin. Karakteristik-karakteristik yang masih belum didapatkan, seperti beberapa karakteristik fisik dan morfologi, uranium isotop, dan trace element.

Karakteristik	Material Terkumpul							
	UO2 Powder	UO2 Green Pellet (PWR Type)	UO2 Green Pellet PHWR (Candu)	UO2 Green Pellet PHWR Cierene	UO2 Sintered Pellet (PWR Type)	UO2 Sintered Pellet (PHWR Candu)	UO2 Sintered Pellet PHWR Cierene	UO2 Fuel Pin (PWR Type)
Index	FF01	FF02	FF03	FF04	FF07	FF08	FF09	FF10
Record Date	√	√	√	√	√	√	√	√
Owner	√	√	√	√	√	√	√	√
Owner Address	√	√	√	√	√	√	√	√
Analytical Laboratorium	√	√	√	√	√	√	√	√
Analytical Lab Address	√	√	√	√	√	√	√	√
Country of Origin	√	√	√	√	√	√	√	√
Supplier	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Supplier Address	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Batch Identification	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Process Date	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Shipper	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Shipping Date	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Physical Form	√	√	√	√	√	√	√	√
Density, g/cm3	√	√	√	√	√	√	√	√
Dimension	n/a	√	√	√	√	√	√	√
Cladding (material, thickness)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	√
Tensile strength	n/a	x	x	x	x	x	x	x
Hardness	n/a	x	x	x	x	x	x	x
Ductility	n/a	x	x	x	x	x	x	x
Cladding Type	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	x
Fuel Coating	n/a	x	x	x	x	x	x	x

Serial Number	√	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Compound Name Chemical	√	√	√	√	√	√	√	√
Chemical Type	√	√	√	√	√	√	√	√
Isotope Ratio	√	x	x	x	x	x	x	x
Isotope Ratio Uncertainty	x	x	x	x	x	x	x	x
Process Type	x	√	√	√	√	√	√	√
Date Range Production	√	√	√	√	√	√	√	n/a
Location of Processing Site	√	√	√	√	√	√	√	√
Lattice Structure	n/a	x	x	x	x	x	x	x
Aspect Ratio	x	x	x	x	x	x	x	x
Porosity, m2/g	x	x	x	x	x	x	x	x
Color	√	√	√	√	√	√	√	√
Particle Size, μm	√	n/a	n/a	n/a	√	n/a	n/a	n/a
Shape	x	x	x	x	x	x	x	x
Surface feature	√	x	x	x	√	x	x	x
Element Name	√	√	√	√	√	√	√	√
Element Concentration	√	√	x	x	√	x	x	√
Element Concentration Uncertainty	x	x	x	x	√	x	x	√
Trace element name	√	√	x	x	√	x	x	√
Trace element concentration	√	√	x	x	√	x	x	√
Trace element concentration uncertainty	x	x	x	x	x	x	x	x
*keterangan : √ : data tersedia x : data belum tersedia n/a : tidak tersedia data untuk karakteristik tersebut								

Data yang sudah didapat kemudian diinput dalam NFL dan kemudian dikelola. Pengelolaan dan pemeliharaan database termasuk backup data, pemeliharaan sistem/NFL, koreksi, dan pemutakhiran data.

KESIMPULAN

Kegiatan nuklir forensik di ABNPL-PTBBN pada tahun 2017 berupa pengelolaan data hasil analisis nuklir forensik. Pengelolaan tersebut termasuk pengumpulan, input, dan perawatan data. Data yang didapat berupa informasi dan hasil analisis karakteristik dari batuan uranium dari PTBGN, yellowcake dan bahan bakar uranium fabrikasi yang dimiliki oleh PTBBN. Data karakteristik dari masing-masing sampel dikelola dalam suatu sistem database atau disebut juga dengan NFL. Hingga saat ini masih terus dilakukan pemutakhiran data sehingga fingerprint masing-masing bahan nuklir menjadi lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA, IAEA Incident And Trafficking Database (ITDB) Incidents Of Nuclear And Other Radioactive Material Out Of Regulatory Control 2017 Fact Sheet, Austria, 2018.

2. Ravianto, <http://jabar.tribunnews.com/2017/09/28/teroris-yang-tertangkap-di-bandung-ternyata-mau-bikin-bom-nuklir?page=2>, 2017.
3. Winarno, Herry H., <https://www.merdeka.com/peristiwa/bapeten-sebut-bom-kelompok-bandung-tak-memiliki-efek-radiasi.html>, 2017.
4. IAEA, Draft of IAEA Nuclear Security Series No. XX Development of A National Nuclear Forensics Library, Wina, 2013.
5. Mayer, Klaus, Nuclear Forensics: Scope and Application, Introduction to Nuclear Forensics, Korea Selatan, 2015.
6. A., Basofi, Sistem Basis Data Sistem Informatika EEPIS, 2005.
7. Winastri, Pertiwi D., dkk, Perancangan Sistem Informasi Forensik Nuklir, ISSN 0854-5561, Serpong, 2016.
8. Davydov, Jery, A National Nuclear Forensics Library, Korea Selatan, 2015.