

KAJIAN PERANCANGAN DAN DESAIN ANTARMUKA BASIS DATA FORENSIK NUKLIR

Jan Setiawan¹, Pertiwi Diah Winastri¹, Sjafruddin¹, DwiAgus Wrihatno¹,
Ngadenim², Adi Gunawan²

¹Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

²Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir

ABSTRAK

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir secara aktif telah melakukan kegiatan forensik nuklir sejak tahun 2014. Forensik nuklir merupakan juga salah satu tugas dan fungsi yang harus dilaksanakan dalam periode 2014-2019. Salah satu kegiatan yang dilakukan dalam melakukan identifikasi *fingerprint* bahan nuklir adalah melakukan pengembangan basis data untuk keperluan memberikan informasi yang dapat membantu penegakan hukum. Basis data ini mencakup data karakteristik umum dan data analisis yang diperlukan untuk forensik nuklir. Pembahasan yang dilakukan ditekankan pada karakteristik untuk bahan tambang. Konseptual struktur data yang diperoleh sembilan tabel dari enam karakteristik yang diperlukan forensik nuklir untuk bahan tambang.

Kata Kunci :basis data, forensiknuklir, tambang

PENDAHULUAN

Pedagangan gelap bahan nuklir atau bahan radioaktif telah menjadi perhatian dunia internasional semenjak tahun 1990. Berdasarkan laporan *International Atomic Energy Agency* (IAEA), hingga tahun 2016 telah tercatat lebih dari tiga ribu kejadian penyalahgunaan bahan nuklir dan bahan radioaktif^[1]. Semenjak tahun 2016, pengelompokan kejadian dibagi menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama merupakan kelompok untuk kejadian yang terkait atau memiliki kemungkinan terkait dengan penggelapan atau penyalahgunaan. Kelompok kedua merupakan kelompok untuk kejadian yang maksud dengan unsur tidak kesengajaan, dan kelompok ketiga merupakan kelompok yang tidak terkait ataupun tidak memiliki kemungkinan untuk terkait dengan penggelapan atau penyalahgunaan. Ilmuforensik nuklir terus berkembang dan menjadi bagian dari program keamanan nuklir. Forensik nuklir memiliki prinsip dengan mengetahui asal usul bahan nuklir yang diluar kendali pengawasan dapat membantu mengidentifikasi celah maupun kelemahan yang ada pada seifgard ataupun proteksifisik sehingga dapat memperkuat tanggap^[2]. Kegiatan forensik nuklir di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) menjadi bagian tugas dan fungsi Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN) yang tertuang pada Peraturan kepala BATAN nomor 14/KA/VIII/2013 mengenai Rincian Tugas Unit Kerja di Lingkungan BATAN^[3].

Semenjak tahun 2014, PTBBN telah mengembangkan kegiatan forensik nuklir dengan turut serta dalam pengembangan metode dalam identifikasi dan penentuan *fingerprint* baha nuklir dan radioaktif yang ada di lingkungan BATAN. Kegiatan di PTBBN diperkuat dengan kerja sama dengan IAEA melalui kerjasama *Coordinated Research Project (CRP)* dalam periode tahun 2014 hingga 2017. Kegiatan PTBBN selama periode tersebut menyampaikan karakteristik dari bahan nuklir selama proses Mining, Milling dan Konversi^[4]. Saat ini data karakteristik bahan nuklir yang diperoleh selama kegiatan 2014-2017 disimpan dalam bentuk *flat file*, sedangkan hasil ujinya dihubungkan melauai tautan. Penentuan karakterisasi dan kategorisasi data disusun berdasarkan proses dan penggunaan bahan yang berhubungan dengan forensik nuklir^[5]. Dalam artikel ini disampaikan konsep umum dari *nuclear forensics library (NFL)* dan kajian mengenai perancangan dan desain antar muka basis data forensik nuklir untuk bahan nuklir dan radioaktif yang ada di lingkungan PTBBN.

METODOLOGI

Perancangan dan desain antar muka basis data dimulai dengan melakukan kajian mengenai arsitektur dari basis data yang berkembang saat ini. Selanjutnya, sesuai dengan dokumen IAEA mengenai pengembangan *National Nuclear Forensics Library (NNFL)* dilakukan katergorisasi pada data yang dimiliki. Kategorisasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proses Bahan Nuklir dan Bahan Radioaktif Lainnya dan Bahan yang terkait dengan forensik nuklir^[5].

No	Proses Bahan Nuklir dan Bahan Radioaktif Lainnya dan Aplikasinya	Bahan nuklir
1.	Tambang, <i>milling</i> dan ekstraksi uranium	Bijih uranium dan ekstrak bijih uranium seperti U_3O_8
2.	Konversi uranium	UF_6 , UF_4 , UO_2 , UO_3 , U_3O_8 , uranil nitrat, uranium logam dan paduannya
3.	Pengayaan uranium dan fabrikasi <i>uranium and mixed-oxide (MOX)</i>	UF_6 , UF_4 , UCl_4 , UO_2 , UO_3 , U_3O_8 , ThO_2 , serbuk MOX, uranium logam, pelet, <i>rod</i> , pelat, elemen, bahan bakar terakit.
4.	Bahan bakar (bekas) teriradiasi	Bahan bakar bekas
5.	Daur ulang	Plutonium nitrat, uranil nitrat,

		plutonium oksida, uranium oksida, <i>mixed oxide</i> dan aktinida lainnya.
6.	Pemrosesan limbah radioaktif, penanganan dan penyimpanan	Bentuk limbah radioaktif
7.	Radiografi, sumber radioaktif, sterilisasi dan terapimedis	Sumber radioaktif tertutup
8.	Perunut, penelitian dan pengembangan	Sumber radioaktif terbuka

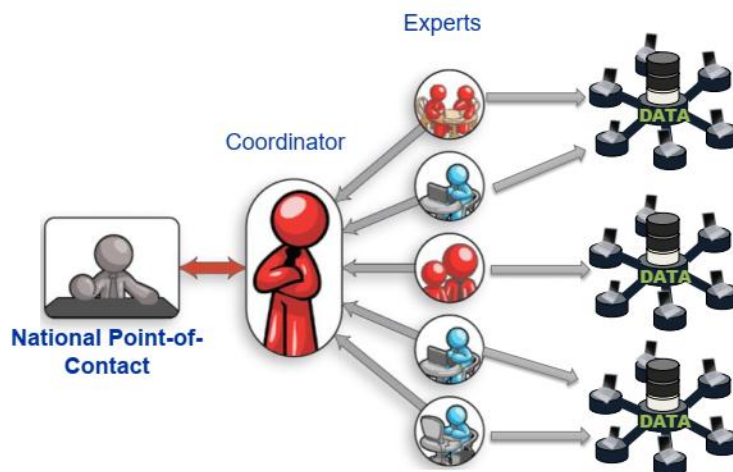
Dari delapan kategori pada Tabel 1 akan didetilkan dengan karakteristik dan elemen datanya. Dalam artikel ini dari delapan karakteristik tersebut akan didetilkan perancangan basis data untuk kategori tambang terkait bijih uranium. Perancangan basis data menggunakan metode *Data Base Life Cycle*(DBLC) dengan model data relasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

National Nuclear Forensics Library (NNFL) merupakan suatu sistem yang belaku secara nasional dimana komunikasi, informasi dan kepakaran personal yang dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi temuan material radioaktif atau nuklir yang diluar kendali dari pengawasan. NNFL tidak dimaksudkan sebagai basis data. NNFL merupakan para ahli material, sumber daya dan komunikasi yang terjalin dengan ahli forensik. Ketika resiko meningkat untuk terjadinya penyalahgunaan bahan radioaktif atau nuklir sangat diperlukan untuk mengembangkan *library*. Dalam kondisi tersebut, koordinasi antar lembaga terkait seperti badan pengawas, badan pelaksana, penegak hukum dan lembaga lainnya perlu ditingkatkan. Sumber daya berupa data bahan radioaktif atau nuklir secara nasional perlu dilengkapi dan dikumpulkan dalam basis data. Pengembangan yang berkelanjutan terhadap data yang dimiliki dapat dilakukan dengan kegiatan seperti melakukan pembaruan metode, komparasi metode ataupun pengembangan perangkat analisis. Arsitektur dari organisasi NNFL terhadap akses basis data nuklir secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu: (1) tersentralisasi dan (2) terdistribusi^[5].



Gambar 1. Organisasi NNFL yang tersentralisasi



Gambar 2. Organisasi NNFL yang terdistribusi.

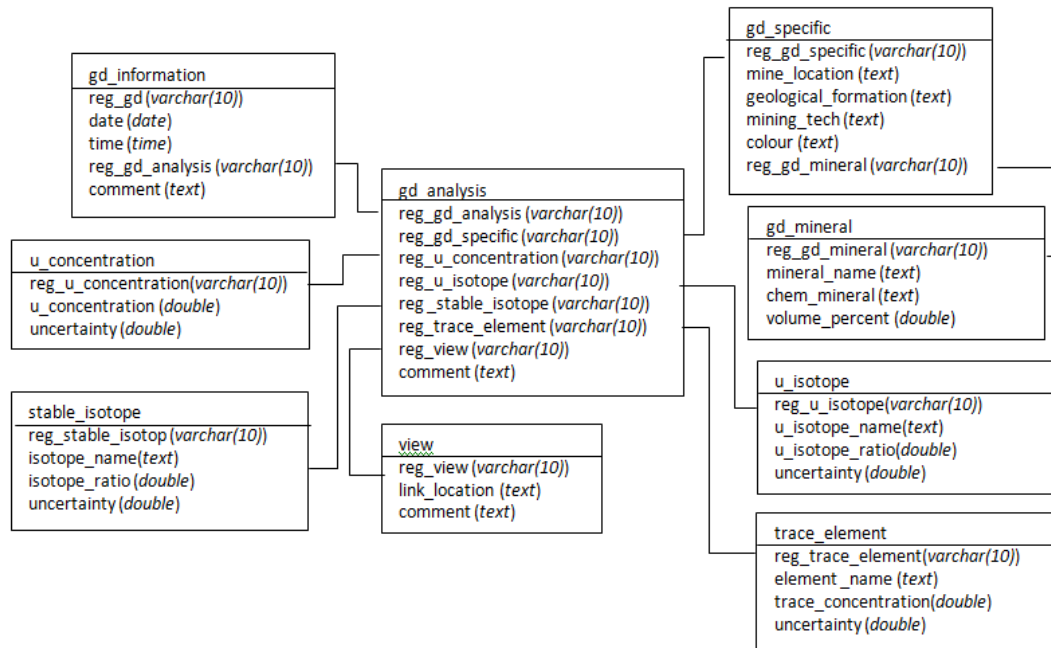
Arsitektur pada Gambar 1, terlihat data karakteristik tersimpan dalam basis data tunggal yang dapat diakses oleh para ahli. Para ahli memiliki akses khusus terhadap basis data tersebut. Pada Gambar 2, yang menggambarkan basis data terdistribusi, data karakteristik bahan radioaktif atau nuklir tidak disimpan dalam satu buah basis data. Data karakteristik tersimpan di instansi atau lembaga yang bertanggungjawab langsung terhadap bahan radioaktif atau nuklir. Namun dalam kerjasama forensik nuklir, para ahli akan diberikan akses khusus terhadap basis data lintas lembaga atau instansi. Konsep arsitektur yang sesuai untuk Indonesia saat ini yang diajukan adalah organisasi NNFL yang terdistribusi. Basis data untuk bijih uranium terdiri atas enam karakteristik yaitu,

Tabel 2. Karakteristik bahan tambang bijih uranium^[5].

No	Karakteristik	Elemen Data
1.	Geologi	<ul style="list-style-type: none"> • Lokasi penambangan • Formasi geologi • Tipe deposit • Teknik penambangan • warna
2.	Mineralogi	<ul style="list-style-type: none"> • Kandungan mineral • Komposisi kimia • Persentase volume
3.	Konsentrasi uranium	<ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi uranium • Ketidakpastian konsentrasi uranium
4.	Isotop uranium	<ul style="list-style-type: none"> • Rasio isotop • Ketidakpastian rasio isotop
5.	Isotop stabil	<ul style="list-style-type: none"> • Nama Isotop • Ketidakpastian isotop
6.	<i>Trace element</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi <i>trace elemen</i> • Ketidakpastian <i>trace elemen</i>

Dari keenam karakteristik ini, yang menunjukkan *fingerprint* dari bahan tambang bijih uranium adalah karakteristik geologi, isotop stabil dan *trace element*. Secara umum karakteristik yang dimiliki terdiri atas karakteristik fisik, kimia dan radioisotop. Basis data yang diusulkan terbagi atas tabel yang berisi informasi identitas dan tabel lainnya berisi data hasil analisis. Tabel informasi terkait dengan histori data dalam basis data sedangkan data hasil analisis terbagi atas lima entitas. Entitas pertama adalah data spesifik bahan tambang yang merupakan gabungan dari dua karakteristik yaitu: geologi dan mineralogi. Entitas lainnya antara lain konsentrasi uranium, isotop uranium, isotop stabil, *trace element*.

Konseptual diagram relasi entitas (*Entity-Relationship:E-R*) disajikan pada Gambar 3. Dapat dilihat untuk bahan tambang bijih uranium, tabel transaksi utama adalah *gd_analysis*. Untuk tabel *gd_information* merupakan rangkuman mengenai data bijih uranium yang tersimpan dalam basis data. Sesuai dengan karakteristik pada Tabel 2, dua karakteristik yaitu geologi dan mineralogi dituangkan dalam satu tabel *gd_specific*. Untuk karakteristik lainnya masing-masing dituangkan dalam sebuah tabel.



Gambar 3 Konseptual diagram E-R

Dari perancangan dengan model data relasional ini diharapkan agar setiap entitas dalam basis data saling memiliki keterkaitan untuk menjamin integritas data^[6]. Karakteristik geologi dan mineralogi yang dituangkan dalam sebuah tabel, karena kedua karakteristik ini sangat spesifik dimiliki oleh bahan tambang. Karakteristik lainnya relatif lebih umum, informasi tersebut dimiliki juga oleh ekstrak bijih uranium, serbuk uranium dan lainnya. Rancangan antar muka dari konseptual diagram E-R di atas disajikan pada Gambar 4.

Pada halaman *geological deposit* disediakan *textbox* untuk pencarian data berdasarkan nomor register atau tanggal pemasukan data. Bila akses masuk dalam basis data berada pada pengguna level 1, pada halaman ini dibatasi hanya menampilkan data saja. Data mineral, isotop uranium, isotop stabil dan *trace element* disajikan dalam bentuk tabel. Tombol view untuk menampilkan foto dari bahan tambang yang karakteristiknya sedang dilihat.

Geological Deposit
NF

Search
View

Register number date

Register number

date

Comment

Geological and mineral information

Mine location

Geological formation

Mining Technology

Colour

Uranium Concentration ±

Uranium Isotope

Isotop name	Isotop ratio	Uncertainty

Stable Isotope

Isotope name	Isotop ratio	Uncertainty

Trace Element

Element	Concentration	Uncertainty

Mineral	Chemical	Volume [%]

Gambar 4. Tampilan antar muka basis data untuk menampilkan data bahan tambang.

KESIMPULAN

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir masih terus mekalukan pengembangan basis data forensik nuklir. Data yang akan dikumpulkan dalam basis data ini disesuaikan dengan data yang dimiliki oleh PTBBN secara khusus dan akan dikembangkan hingga yang dimiliki oleh BATAN. Struktur data yang diusulkan adalah basis data mengenai informasi identitas bahan radioaktif dan nuklir dan basis data berisi hasil analisis. Rancangan diagram E-R telah selesai untuk setiap karakteristik dari bahan nuklir. Implementasi konsep diagram E-R tersebut akan diterapkan dalam aplikasi manajemen basis data dan antar muka yang berbasis web.

DAFTAR PUSTAKA

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, ITDB Factsheet, <https://www.iaea.org/sites/default/files/17/12/itdb-factsheet-2017.pdf>, diakses Januari 2018.
2. Kristo, M. J., Gaffney, A. M., Marks, N., Knight, K., Cassata, W. S., dan Hutcheon, I. D. Nuclear forensic science: analysis of nuclear material out of regulatory control. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 44, (2016). 555-579.
3. ---, Peraturan Kepala BATAN Nomor: 14/KA/VIII/2013
4. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Identification of High Confidence Nuclear Forensics Signatures*, IAEA-TECDOC-1820, IAEA, Vienna (2017).

5. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development of a National Nuclear Forensics Library: *A System for the Identification of Nuclear or Other Radioactive Material out of Regulatory Control*, IAEA, Vienna (2018).
6. Gat, G. Perancangan Basis Data PerputakaanSekolahdenganMenerapkan Model Data Relasional. *Creative Information Technology Journal*, 2(4), (2015). 304-315.