

PROFIL RADIONUKLIDA KONTAMINAN PADA FILTER SKIMER AIR KOLAM DAN KANAL FASILITAS KH-IPSB3

Titik Sundari, Darmawan Aji
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN
Kawasan PUSPIPTEK Serpong Gedung No.50
E-mail: titiks@batan.go.id

ABSTRAK

PROFIL RADIONUKLIDA KONTAMINAN PADA FILTER SKIMER AIR KOLAM DAN KANAL FASILITAS KH-IPSB3. Kontaminasi dalam air kolam maupun kanal fasilitas kanal hubung-instalasi penyimpanan sementara bahan bakar nuklir bekas harus dikendalikan sekecil mungkin untuk menghindari kontaminasi terhadap pekerja radiasi dan peralatan. Pemurnian air permukaan yang dilakukan pada air kolam dan kanal dilakukan menggunakan alat skimer. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui profil kontaminan pada filter skimer melalui analisis kandungan radionuklida pada kain filter skimer. Filter skimer kolam dan kanal dioperasikan pada rentang waktu tertentu kemudian dianalisis kandungan radionuklidanya menggunakan spektrometer gamma *Multy Channel Analyzer* (MCA). dapat diketahui profil radionuklida kontaminan yang tertangkap dalam kain filter skimer kolam dan kanal. Hasil menunjukkan bahwa terdapat kontaminan radionuklida hasil fisi/belah dan radionuklida hasil aktivasi. Radionuklida hasil fisi yang berumur panjang, Cs-137 muncul pada tahun 2016 maupun 2017, tetapi Sb-125 hanya terdeteksi sekali pada tahun 2016 saja. Radionuklida hasil aktivasi berumur panjang, Co-60 selalu muncul, sedangkan Eu-154 muncul 2 kali dan hanya pada air kolam. Radionuklida hasil fisi berumur pendek, I-131 dan Cs-136 selalu muncul selama tahun 2017. Radionuklida hasil aktivasi berumur pendek banyak terdeteksi pada tahun 2017 yaitu As-76, Nd-147, Co-57, Zr-95, Fe-59, Tb-160 dan Co-60. Hasil kegiatan ini juga bermanfaat sebagai salah satu *database* untuk mengkaji kualitas air kolam dan kanal fasilitas instalasi penyimpanan sementara bahan bakar nuklir bekas.

Kata Kunci : analisis radioaktivitas, filter skimer, air kolam dan kanal, bahan bakar nuklir bekas.

ABSTRAK

PROFILE OF RADIONUCLIDE CONTAMINANTS ON WATER FILTER SKIMER OF POND AND CHANNEL IN TC-ISSF FACILITIES. Contamination in pond water as well as channel in Transfer Channel – Interim Sstorage for Spent Fuel should be kept as small as possible to avoid contamination of radiation workers and equipments. Purification of surface water conducted on pond water and channel is done using a skimer tool. The purpose of this activity is to know the contaminant profile of the skimer filter by analyzing the radionuclide content in the filter skimer. Skimer filters of ponds and channel were operated over a period of time and then analyzed their radionuclide content using a *Multy Channel Analyzer* (MCA) gamma spectrometer. It can be known that the contaminant radionuclides profiles are captured in filter and skimer filter. The results show that there are contaminants of fission product and activated product. Long-lived fission radionuclides, Cs-137 appear in 2016 or 2017, but Sb-125 is detected only once in 2016. Long-lived activation radionuclides, Co-60 always appear, while Eu-154 appears 2 times and only in pond water. Short-lived fission radionuclides, I-131 and Cs-136 always appear during 2017. Radionuclides of short-lived activation results are much detected by 2017, there are As-76, Nd-147, Co-57, Zr-95, Fe-59, Tb-160 and Co-60. The results of this activity are also useful as one of the databases to assess the quality of pool water and the channel of the installation facility of temporary storage of spent nuclear fuel.

Keywords: radioactivity analysis, skimer filter, pond and channel water, spent nuclear fuel.

PENDAHULUAN

Fungsi utama dari IPSB3 adalah untuk menerima dan menyimpan bahan bakar bekas yang telah digunakan oleh RSG-GAS. Kapasitas penyimpanan sebesar 1458 bahan bakar bekas. Bahan bakar bekas yang disimpan di IPSB3, sebelumnya telah mengalami pendinginan pendahuluan, minimum selama 100 hari di Kolam Penyimpanan Sementara RSG-GAS (KPS RSG-GAS) [1,2]. Kanal hubung menghubungkan IPSB3 dengan tiga instalasi, yaitu Instalasi Radio Metalurgi (IRM), Instalasi Produksi Radioisotop dan Radiofarmaka (IPR)/PT INUKI dan Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG), yang berfungsi sebagai jalur untuk memindahkan elemen bakar bekas dari PRSG dan bahan teriradiasi lain yang berasal dari IPR/PT INUKI dan IRM [3].

Air kolam dan kanal sangat penting untuk dipantau kualitasnya karena air tersebut kontak langsung dengan BBNB yang disimpan. Kontaminasi zat radioaktif dalam air kolam dan kanal dicegah untuk keselamatan pekerja, peralatan, dan lingkungan [4]. Untuk menjaga kualitas air kolam dan kanal, dilakukan operasi sistem purifikasi air dengan menggunakan sistem penukar ion yang mampu menyerap unsur-unsur radionuklida dan ion-ion pengotor lainnya yang terdapat di dalam air. Sistem purifikasi air ini mempunyai input dari bagian dalam air kolam maupun kanal, sementara ketinggian air kolam dan kanal adalah sekitar 6,35 m. Sistem purifikasi ini kurang optimal untuk menyerap kotoran atau *debris* yang terdapat di permukaan air, sehingga dilakukan operasi filter skimer yang khusus untuk memurnikan air permukaan. Prinsip kerja dari filter skimer yaitu dengan beroperasi secara terapan, menyedot air permukaan menggunakan pompa kemudian dimasukkan ke dalam kain filter yang berbentuk kantong sehingga kotoran/debris permukaan air akan menempel di bagian dalam kain filter, sedangkan air bersih akan meresap keluar kembali ke kolam/kanal. Filter skimer ini dapat dipindahkan untuk menjangkau setiap permukaan air yang terdapat kotoran/*debris*. Filter skimer dioperasikan 6 jam per hari pada hari kerja. Penggantian kain filter penyaring dilakukan pada saat kondisi sudah jenuh yang ditandai dengan permukaan kain filter yang sudah penuh dengan kotoran dan tidak dapat melewatkan air yang disaring.

Potensi pelepasan zat radioaktif di KH-IPSB3 dibatasi dengan cara sebagai berikut [3]:

- Bahan bakar bekas yang disimpan di IPSB3 didinginkan/diluruhkan dahulu di kolam bahan bakar bekas yang ada di kolam reaktor sekurang-kurangnya selama 100 hari. Selain mengurangi kandungan panas, Iodine-131 yang ada di dalam bahan bakar akan habis meluruh.
- Bahan bakar terkontaminasi dengan tingkat yang tinggi (*heavily contaminated items*) tidak diijinkan disimpan di IPSB3. Bahan bakar percobaan dan bahan bakar reaktor yang cacat harus di tempatkan di dalam wadah atau didekontaminasikan dahulu sebelum disimpan di IPSB3, pewadahan dan dekontaminasi menjadi tanggung jawab penimbul.
- IPSB3 hanya digunakan untuk penyimpanan bahan radioaktif, tidak untuk suatu kegiatan yang dapat menimbulkan kontaminasi.

Unsur-unsur produk fisi yang terkandung dalam BBNB, dalam operasi normal KH-IPSB3 yaitu Cs-137, Sr-90, I-131, Kr-85, dan Xe-133 dapat dilepaskan ke dalam air kolam reaktor melalui proses difusi dan menembus *cladding* dari BBNB. Jika di dalam air mengandung kontaminan lain dari produk fisi, ini menunjukkan indikasi kerusakan BBNB [9]. Jenis bahan bakar nuklir yang digunakan adalah U_3O_8Al atau U_3Si_2 (MTR) dengan pengayaan 19,75% U-235 (dan 80,25% U-238), dan material *cladding* adalah logam paduan AlMg. Dalam *burn-up* hingga 56%, BBNB mengandung sekitar 78,15% U-238, 9% U-235 dan yang lainnya transuranium/TRU (termasuk Pu) dan produk fisi [5].

Radionuklida yang dihasilkan dari reaksi aktivasi oleh unsur-unsur yang terkandung dalam kelongsong bahan bakar nuklir yaitu Na-24, Mg-27, dan Si-31. Dalam materi *cladding* juga mengandung kuantitas rendah dari beberapa logam seperti Mn, Co, Fe, dan Zn. Logam ini dapat menghasilkan radionuklida dari hasil aktivasi produk korosi, yaitu Mn-54, Co-60, Fe-59, dan Zn-65 masing-masing. Jika *cladding* terjadi korosi, maka radionuklida ini akan mencemari kolam reaktor, dan juga dapat mencemari air pendingin KH-IPSB3 melalui Kanal Hubung. Proses aktivasi dapat juga terjadi setelah proses korosi [5].

Ruang lingkup penelitian ini meliputi analisis jenis dan konsentrasi radionuklida pada filter skimer kolam dan kanal KH-IPSB3 pada rentang waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil radionuklida yang terkandung ada pada filter skimer kolam dan kanal KH-IPSB3 sehingga didapatkan database hasil analisis kualitas air kolam dan kanal.

METODOLOGI

Peralatan dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat spektrometri gamma dan perlengkapannya,

2. Alat filter skimer,
3. Ember ukuran 20 liter, dan
4. Sistem sampling air kolam dan kanal KH-IPSB3.

Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu:

1. Kain filter skimer
2. Botol Sampel volume 500 mL.

Cara Kerja

1. Penyiapan Sampel Filter Skimer Kanal

Kain filter skimer yang disiapkan untuk dianalisis adalah kain filter skimer yang dipasang pada operasi alat skimer kanal pada saat pengambilan sampel air permukaan sampai dengan kain filter jenuh. Penyaringan dilakukan 6 jam pada setiap hari kerja.



Gambar 1. Pengambilan Filter Skimer



Gambar 2. Perangkat Filter Skimer Air KH-IPSB3

2. Analisis Sampel Air dan Kain Filter

Sampel air kanal masing-masing sebanyak 500 mL dan kain filter dikirim ke laboratorium analisis PTLR untuk dianalisis kandungan radionuklidanya. Analisis kadar radionuklida pada sampel air kanal maupun kain filter kanal dilakukan menggunakan spektrometer gamma MCA (*Multy Channel Analyzer*) dengan detektor Hp-Ge dan software GEN II untuk mendapatkan hasil analisis secara kualitatif. Sistem dilengkapi dengan program *gamma vision* untuk mendapatkan hasil analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Pencacahan radionuklida dilakukan selama 1 jam. Kurva efisiensi yang dipakai yaitu pada energi 200 sampai dengan 1400 keV menggunakan sumber standar Eu-152 cair. Alat spektrometer gamma yang digunakan untuk analisis ini mempunyai batas limit deteksi $1 \times 10^{-8} \mu\text{Ci/mL}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama tahun 2017, kegiatan yang dilakukan terkait air kolam adalah penyimpanan sejumlah bahan bakar nuklir bekas, uji cicip BBNB, penambahan air *make up* kolam, pemurnian dengan sistem purifikasi dan penyaringan permukaan air menggunakan skimer kolam. Sedangkan kegiatan di area kanal adalah transfer material teradiasi dari reaktor ke PT INUKI, pemurnian dengan sistem purifikasi dan penyaringan permukaan air menggunakan skimer kanal. Jenis material teriradiasi yang ditransfer melalui kanal hubung ke PT INUKI terdiri dari TeO_2 dan *Fission Product Molybdenum* (FPM).

Pengoperasian skimer penyaring air permukaan dilakukan selama 6 jam setiap hari kerja. Skimer dioperasikan secara terampung dan dapat dipindahkan di seluruh area kolam maupun sepanjang kanal. Kotoran permukaan air disedot dengan pompa air dan dilewatkan pada sebuah kantong filter terbuat dari kain. Pengambilan kain filter penyaring dilakukan pada saat kondisi sudah jenuh yang

ditandai dengan permukaan kain filter yang sudah penuh dengan kotoran dan tidak dapat melewatkan air kanal yang disaring. Kain filter skimer bekas kemudian dilipat dan dimasukkan ke dalam botol sampel ukuran 500 ml untuk dianalisis kandungan radionuklidanya dengan menggunakan alat spektrometer gamma.

Analisis radionuklida pada sampel filter skimer maupun air uji cicip dilakukan menggunakan spektrometer gamma dengan detektor Hp-Ge dan software MCA (*Multy Channel Analyzer*). Pencacahan dilakukan selama 1 jam. Kalibrasi energi pada MCA dilakukan untuk mengubah cacahan sebagai fungsi *channel* menjadi cacahan sebagai fungsi energi. Dengan kalibrasi energi dapat diidentifikasi jenis nuklida berdasarkan energi gamma karakteristik yang dimiliki masing-masing radionuklida. Untuk melakukan kalibrasi energi digunakan sumber standar tunggal, antara lain Ba-137, Co-60, Cs-137. Kemudian dilakukan kalibrasi efisiensi untuk mengetahui efisiensi cacahan detektor dari energi gamma yang dipancarkan masing-masing radionuklida. Nilai efisiensi cacahan detektor yang diperoleh untuk masing-masing energi gamma selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi nuklida di dalam cuplikan. Untuk dapat melakukan kalibrasi efisiensi dibutuhkan sumber standar dengan kondisi pencacahan yang sama, yaitu wujud, geometri, energi gamma yang dipancarkan, dan waktu pencacahan yang sama dengan pencacahan cuplikan. Kalibrasi efisiensi yang dilakukan menggunakan material standar cair Eu-152 cair yang merupakan nuklida pemancar gamma multi energi. Material standar digunakan untuk membuat grafik efisiensi sebagai fungsi energi. Nilai efisiensi ini dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi masing-masing nuklida yang teridentifikasi.

Tabel 1. Hasil Analisis Radionuklida Kain Filter Skimer Kolam Tahun 2016

No.	Radionuklida	Aktivitas (μCi)	Waktu paro	Keterangan
1.	Sb-125	$7,4 \times 10^{-6}$	2,7 tahun	Hasil belah
2.	I-133	$5,7 \times 10^{-5}$	20 jam	Hasil belah
3.	Cs-137	$5,32 \times 10^{-5}$	30 tahun	Hasil belah
4.	Sb-124	$1,38 \times 10^{-5}$	60 hari	Hasil belah
5.	Eu-154	$6,8 \times 10^{-6}$	8,6 tahun	Hasil aktivasi grafit
6.	Co-60	$2,32 \times 10^{-5}$	5,3 tahun	Hasil aktivasi

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis kandungan radionuklida pada kain filter skimer yang digunakan untuk pemurnian air permukaan kolam penyimpanan sementara bahan bakar nuklir bekas pada tahun 2016 yang dapat digunakan sebagai perbandingan dengan tahun 2017. Dari tabel tersebut diketahui adanya kontaminasi radionuklida hasil belah yaitu Sb-125, I-133, Cs-137, Sb-124 dan kontaminasi radionuklida hasil aktivasi yaitu Co-60 dan Eu-154.

Tabel 2. Hasil Analisis Radionuklida Kain Filter Skimer Kolam Semester I Tahun 2017

No.	Radionuklida	Aktivitas (μCi)	Waktu paro	Keterangan
1.	Nd-147	$4,00 \times 10^{-5}$	11 hari	Hasil belah
2.	I-131	$1,20 \times 10^{-6}$	8 hari	Hasil belah
3.	Sb-125	$3,80 \times 10^{-6}$	2,7 tahun	Hasil belah
4.	Cs-137	$2,58 \times 10^{-5}$	30 tahun	Hasil belah
5.	Sb-124	$1,68 \times 10^{-5}$	60 hari	Hasil belah
6.	Tb-160	$1,00 \times 10^{-4}$	72 hari	Hasil aktivasi
7.	Co-60	$2,92 \times 10^{-5}$	5,3 tahun	Hasil aktivasi

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis radionuklida pada kain filter skimer kolam yang digunakan pada semester I tahun 2017. Dari tabel dapat diketahui adanya kontaminasi radionuklida, I-131, Sb-125, Cs-137, Sb-124, Co-60. Dari radionuklida ini yang merupakan hasil fisi adalah I-131, Sb-125, Cs-137 dan Sb-124. Radionuklida Co-60, Nd-147 dan Tb-160 merupakan hasil aktivasi.

Radionuklida berumur panjang yang terdeteksi yaitu Cs-137 yang memiliki umur paro 30 tahun, Co-60 memiliki umur paro 5,3 tahun, dan Sb-125 memiliki umur paro 2,7 tahun.

Tabel 3. Hasil Analisis Radionuklida Kain Filter Skimer Kolam Semester II Tahun 2017

No.	Radionuklida	Aktivitas (μCi)	Waktu paro	Keterangan
1.	Cs-136	$7,80 \times 10^{-3}$	13 hari	Hasil belah
2.	I-131	$3,90 \times 10^{-5}$	8 hari	Hasil belah
3.	As-76	$1,16 \times 10^{-3}$	1 hari	Hasil aktivasi
4.	Nd-147	$4,40 \times 10^{-4}$	11 hari	Hasil aktivasi
5.	Co-57	$1,76 \times 10^{-1}$	271 hari	Hasil aktivasi
6.	Eu-154	$4,20 \times 10^{-5}$	8,6 tahun	Hasil aktivasi grafit
7.	Zr-95	$1,76 \times 10^{-5}$	64 hari	Hasil aktivasi
8.	Tb-160	$4,40 \times 10^{-4}$	72 hari	Hasil aktivasi
9.	Fe-59	$2,52 \times 10^{-5}$	44 hari	Hasil aktivasi
10.	Co-60	$4,06 \times 10^{-5}$	5,3 tahun	Hasil aktivasi

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis radionuklida pada kain filter skimer kolam yang digunakan pada semester II tahun 2017. Dari tabel 3 dapat diketahui adanya kontaminasi radionuklida Cs-136, I-131, As-76, Nd-147, Eu-154, Zr-95, Tb-160, Fe-59, Co-57 dan Co-60. Dari radionuklida ini yang merupakan produk fisi adalah Cs-136 dan I-131. Radionuklida yang merupakan hasil aktivasi yaitu Co-60, As-76, Co-57, Tb-160, Nd-147 dan Fe-59. Radionuklida berumur panjang yang terdeteksi yaitu Eu-154 yang memiliki umur paro 8 tahun dan Co-60 yang memiliki umur paro 5,3 tahun.

Hasil analisis radionuklida pada filter skimer kanal ditunjukkan pada Tabel 4, 5 dan 6.

Tabel 4. Hasil Analisis Radionuklida Kain Filter Skimer Kanal Hubung Tahun 2016

No.	Radionuklida	Aktivitas (μCi)	Waktu paro	Keterangan
1.	Cs-137	$0,0144 = 1,44 \times 10^{-2}$	30 tahun	Hasil belah
2.	Co-60	$0,0020 = 2,00 \times 10^{-3}$	5,3 tahun	Hasil aktivasi

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis kandungan radionuklida pada kain filter skimer kanal pada tahun 2016 yang dapat digunakan sebagai perbandingan dengan tahun 2017. Dari tabel tersebut diketahui adanya kontaminasi radionuklida hasil belah yaitu Cs-137 dan radionuklida hasil aktivasi produk korosi yaitu Co-60. Kedua radionuklida tersebut termasuk radionuklida berumur panjang.

Tabel 5. Hasil Analisis Radionuklida Kain Filter Skimer Kanal Semester I Tahun 2017

No.	Radionuklida	Aktivitas (μCi)	Waktu paro	Keterangan
1.	Cs-136	$2,46 \times 10^{-3}$	13 hari	Hasil belah
2.	I-131	$1,16 \times 10^{-5}$	8 hari	Hasil belah
3.	As-76	$1,36 \times 10^{-3}$	1 hari	Hasil aktivasi
4.	Co-57	$1,82 \times 10^{-1}$	271 hari	Hasil aktivasi
5.	Zr-95	$5,60 \times 10^{-6}$	64 hari	Hasil aktivasi
6.	Fe-59	$6,00 \times 10^{-6}$	44 hari	Hasil aktivasi
7.	Co-60	$1,74 \times 10^{-5}$	5,3 tahun	Hasil aktivasi

Tabel 6. Hasil Analisis Radionuklida Kain Filter Skimer Kanal Semester II Tahun 2017

No.	Radionuklida	Aktivitas (μCi)	Waktu paro	Keterangan
8.	Cs-136	$5,26 \times 10^{-3}$	13 hari	Hasil belah
9.	I-131	$2,50 \times 10^{-5}$	8 hari	Hasil belah
10.	As-76	$5,60 \times 10^{-4}$	1 hari	Hasil aktivasi
11.	Nd-147	$2,60 \times 10^{-4}$	11 hari	Hasil aktivasi
12.	Co-57	$1,18 \times 10^{-1}$	271 hari	Hasil aktivasi
13.	Zr-95	$4,80 \times 10^{-6}$	64 hari	Hasil aktivasi
14.	Fe-59	$1,02 \times 10^{-5}$	44 hari	Hasil aktivasi
15.	Co-60	$1,92 \times 10^{-5}$	5,3 tahun	Hasil aktivasi

Tabel 5 menunjukkan hasil analisis radionuklida pada kain filter skimer kanal yang digunakan pada semester I tahun 2017. Dari tabel dapat diketahui adanya kontaminasi radionuklida Cs-136, I-131, As-76, Co-57, Zr-95, Fe-59, dan Co-60. Dari radionuklida ini semua merupakan hasil aktivasi kecuali radionuklida Cs-136 dan I-131 merupakan hasil fisi. Radionuklida berumur panjang yang terdeteksi yaitu Co-60 yaitu memiliki umur paro 5,3 tahun.

Tabel 6 menunjukkan hasil analisis radionuklida pada kain filter skimer kanal yang digunakan pada semester II tahun 2017. Dari tabel dapat diketahui adanya kontaminasi radionuklida Cs-136, I-131, As-76, Nd-147, Co-57, Zr-95, Fe-59 dan Co-60. Dari radionuklida ini yang merupakan produk fisi adalah Cs-136 dan I-131. Radionuklida yang merupakan hasil aktivasi yaitu Co-60, As-76, Co-57, Fe-59, Nd-147 dan Tb-160. Radionuklida berumur panjang yang terdeteksi yaitu Co-60 yang memiliki umur paro 5,3 tahun.

Radionuklida Cs-137 merupakan produk fisi yang penting untuk dipantau karena memiliki umur paro yang panjang 30 tahun, sehingga radionuklida tersebut merupakan kontributor utama yang terkandung dalam BBNB. Pada Tabel 1-6 dapat dilihat bahwa pada tahun 2016 baik filter skimer kolam maupun kanal keduanya terdeteksi radionuklida Cs-137. Pada semester I tahun 2017, Cs-137 terdeteksi pada filter skimer kolam saja, dan tidak muncul setelahnya. Radionuklida Cs-137 merupakan pemancar gamma kuat sehingga sangat mudah untuk dianalisa menggunakan Spektrometri Gamma. Kelarutan Cs-137 dalam air tinggi, sehingga Cs-137 dengan mudah ditransfer ke dalam siklus sistem pendingin air di kanal hubung saat target teriradiasi melewati kanal hubung. Dalam sistem purifikasi air kanal juga tersedia kolom Cesium filter yang mempunyai fungsi utama untuk menangkap unsur Cesium dalam air kanal yang disirkulasikan.

Pada Tabel 1-6 dapat dilihat bahwa radionuklida Co-60 selalu terdeteksi baik pada filter skimer kolam maupun kanal, dari tahun 2016 sampai akhir 2017. Radionuklida Co-60 merupakan hasil aktivasi produk korosi yang memiliki umur paro panjang yaitu 5,3 tahun sehingga radionuklida ini juga memerlukan perhatian. Radionuklida Co-60 merupakan pemancar gamma kuat sehingga sangat mudah untuk dianalisa menggunakan Spektrometri Gamma.

Radionuklida I-131 dan Cs-136 merupakan radionuklida hasil belah yang memiliki umur paro pendek yaitu 8 dan 13 hari. Radionuklida ini mempunyai yield cukup tinggi dalam reaksi fisi di reaktor nuklir dan dapat juga mendifusi dengan mudah ditransfer ke dalam siklus sistem pendingin air kolam dan kanal. Pada tahun 2017 selalu terdeteksi kedua radionuklida ini. Pada tahun 2017 baik filter kolam dan kanal banyak terdeteksi radionuklida hasil aktivasi As-76, Nd-147, Co-57, Zr-95, Fe-59, Tb-160 dan Co-60.

KESIMPULAN

Dari analisis radionuklida pada filter skimer kolam dan kanal menggunakan spektrometer gamma *Multy Channel Analyzer* (MCA) dapat diketahui profil radionuklida kontaminan yang tertangkap dalam kain filter skimer kolam dan kanal. Hasil menunjukkan bahwa terdapat kontaminan radionuklida hasil fisi/belah dan radionuklida hasil aktivasi. Radionuklida hasil fisi yang berumur panjang, Cs-137 muncul pada tahun 2016 maupun 2017, tetapi Sb-125 hanya terdeteksi sekali pada tahun 2016 saja. Radionuklida hasil aktivasi berumur panjang, Co-60 selalu muncul, sedangkan Eu-

154 muncul 2 kali dan hanya pada air kolam. Radionuklida hasil fisi berumur pendek, I-131 dan Cs-136 selalu muncul selama tahun 2017. Radionuklida hasil aktivasi berumur pendek banyak terdeteksi pada tahun 2017 yaitu As-76, Nd-147, Co-57, Zr-95, Fe-59, Tb-160 dan Co-60. Sistem purifikasi air kolam dan kanal harus dioperasikan untuk menangkap kontaminan tersebut sehingga air kolam dan kanal dapat dimurnikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sudiyono, "Pengoperasian Kanal Hubung-Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas (KH-IPSB3)", Diktat Pelatihan Operator dan Supervisor KH-IPSB3, 2012.
- [2]. Dyah S Rahayu, *Report of Repatriation for Spent Nuclear Fuel arising from MPR-GAS*, BATAN, Serpong, Tangerang Selatan Banten, Indonesia. 2010.
- [3]. Laporan Analisis Keselamatan Kanal Hubung Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas (LAK KH-IPSB3), rev 7, PTLR – BATAN. 2009.
- [4]. Titik Sundari, Darmawan Aji. Studi Awal Fenomena Distribusi Radionuklida Di Air Kolam Dan Kanal Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Nuklir Bekas. Prosiding Seminar Nasional Pendayagunaan Teknologi Nuklir, PRFN – BATAN, 9 November 2016. ISSN : 1878 - 3515
- [5]. Gunandjar, dkk. *"The Operation Safety Aspect On Contamination Of Radionuclides In The Interim Storage Of Spent Nuclear Fuel Installation"*, *Proceedings of the 3rd Applied Science for Technology Application, ASTECHNOVA 2014 International Energy Conference* Yogyakarta, Indonesia, 13-14 August 2014.