



PEMANTAUAN DAN EVALUASI KONTAMINASI PERMUKAAN DI REAKTOR KARTINI PTAPB-BATAN YOGYAKARTA

Atok Suhartanto, Suparno

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN-Yogyakarta

Jl Babarsari Nomor 21, Kotak pos 6101 Ykbb 55281

e-mail : ptapb@batan.go.id

ABSTRAK

PEMANTAUAN DAN EVALUASI KONTAMINASI PERMUKAAN DI REAKTOR KARTINI PTAPB-BATAN YOGYAKARTA. Telah dilakukan pengukuran tingkat kontaminasi permukaan di fasilitas reaktor Kartini dengan metode tes usap. Kertas usap berdiameter 4,3 cm diusapkan pada permukaan yang dipantau dengan luasan 100 cm^2 kemudian kertas usap dicacah menggunakan detektor Geiger Muller Ortec.. Tujuan pengukuran ini adalah untuk mengetahui tingkat kontaminasi permukaan yang terjadi akibat dari pemanfaatan zat radioaktif / sumber radiasi. Tingkat kontaminasi permukaan yang terdeteksi mencapai $(5,48 \pm 0.5) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$, rata-rata $(2,1 \pm 0.2) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$ di Demineralizer dan di fasilitas pneumatik mencapai $(7,5 \pm 0.6) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$, rata-rata $(1,9 \pm 0.18) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$, sedangkan di lokasi/daerah lain yang diamati rata-rata berada dibawahnya yaitu antara $(0,7 \pm 0.06) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$ sampai dengan $(1,4 \pm 0.15) 10^{-2} \text{ Bq/c}$. Berdasarkan rekomendasi BAPETEN SK No.1 / Ka.BAPETEN / V / 99 hasil ini masih dalam kategori daerah kontaminasi tingkat rendah yaitu tidak lebih dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk gross beta.

Kata kunci: kontaminasi permukaan

ABSTRACT

THE MONITORING AND EVALUATION OF THE SURFACE CONTAMINATION AT KARTINI REACTOR PTAPB BATAN YOGYAKARTA. The measurement of surface contamination level at Kartini's reactor facility has been done using smear test method. The smear paper which has 4,3 cm diameter is wiped on the surface which has been monitored with 100 cm^2 areas, then the smear paper is counted using Geiger Muller Ortec detector. The aim of this measurement is to know the surface contamination level that happened as the result of the radioactive material usage. The surface contamination level that is detected is $(5,48 \pm 0,5) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$, on average $(2,1 \pm 0,2) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$ at Demineralizer and at the Pneumatic facility is $(7,5 \pm 0,6) \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$, on average $(1,9 \pm 0,18) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$, while in the other location/area that can be monitored on the average is still underneath that is between $(0,7 \pm 0,06) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$ up to $(1,4 \pm 0,15) 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$. According to the recommendation from BAPETEN SK No.1 / Ka. BAPETEN / V / 99, this result is still in the category of the low level contamination area which is not more than $3, 7 \text{ Bq/cm}^2$ from gross beta.

Keywords: The contamination of surface

PENDAHULUAN

Kontaminasi permukaan dapat didefinisikan sebagai terdapatnya kontaminasi zat radioaktif pada permukaan suatu benda dalam jumlah yang dapat membahayakan terhadap pekerja. Kontaminasi permukaan dapat terjadi pada keadaan

normal ataupun terjadi kecelakaan di semua tempat yang berhubungan dengan radiasi, baik itu mengenai meja, kursi, lantai, dinding, pakaian kerja dan permukaan peralatan seperti pipa, tangki, atau permukaan lainnya. Dalam pekerjaan yang menggunakan bahan-bahan radioaktif kontaminasi permukaan dapat terjadi berbagai cara, seperti : Zat



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012

radioaktif ringan yang terdispersi ke udara, kebocoran almari asam dimana pekerjaan dengan zat radioaktif sedang berlangsung, pemindahan zat radioaktif dari suatu tempat ke tempat lain, penyebaran kontaminasi melalui sarung tangan atau benda-benda lain yang digunakan dan kemungkinan kebocoran wadah limbah radioaktif di dalam ruangan. Selain itu ada beberapa sebab yang dapat menaikkan tingkat kontaminasi permukaan, seperti: pengeluaran zat radioaktif dari wadahnya, kontaminasi wadah zat radioaktif dari isinya. Kontaminasi pada saat memasukkan atau mengeluarkan zat radioaktif dari *glove box* dan pekerjaan kimia seperti : penguapan, ekstraksi, reaksi antar bahan kimia. Di fasilitas reaktor untuk menghindari akumulasi kontaminasi permukaan agar tidak mencapai tingkat yang membahayakan, maka perlu diadakan pemantauan kontaminasi permukaan setiap bulan secara rutin sesuai dengan Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Reaktor Kartini nomor dokumen C 7/05/B2/LAK/2010, revisi 7

Ada beberapa cara digunakan untuk membedakan tingkat kontaminasi permukaan^[1] yaitu :

Berdasarkan jenis radiasi yang dipancarkan.

- a. Kontaminasi pemancar alfa
- b. Kontaminasi pemancar beta
- c. Kontaminasi pemancar beta tenaga rendah.

Berdasarkan kemudahan kontaminasi berpindah, dapat dibedakan menjadi:

1. Kontaminasi tetap (*Fixed contamination*) yaitu : kontaminasi yang tidak akan pindah dari permukaan yang terkontaminasi ke permukaan yang tidak terkontaminasi, bila kedua permukaan secara sengaja maupun tidak sengaja bersentuhan.
2. Kontaminasi dapat berpindah (*Loose contamination*) yaitu : kontaminasi yang akan berpindah dari permukaan yang terkontaminasi ke permukaan yang tidak terkontaminasi, bila kedua permukaan secara sengaja maupun tidak sengaja bersentuhan.

Berdasarkan bentuk fisik kontaminan :

1. Bentuk padat: Kontaminasi permukaan oleh zat radioaktif dapat terjadi karena tumpahan zat yang berbentuk serbuk, kontak antara permukaan dengan zat radioaktif, mengeringnya bahan radioaktif cair atau larutan dan pengendapan zat radioaktif yang terdispersi ke udara.
2. Bentuk Cair: Kontaminasi dalam bentuk cair atau larutan merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi, karena banyak pekerjaan dengan zat radioaktif dalam bentuk cair atau larutan dan relatif lebih mudah tumpah atau mengalami kebocoran dibanding bentuk padat.

3. Bentuk Gas atau Uap: Kontaminasi Permukaan dalam bentuk padat lebih mudah berpindah dibanding dalam bentuk cair atau larutan, karena kemungkinan untuk berinteraksi dengan permukaan lebih kecil, Sedangkan kontaminasi dalam bentuk gas atau uap termasuk dalam kontaminasi tetap, sehingga sulit diamati dengan cara tes usap. Bahan metal biasanya mempunyai lapisan oksida yang dapat mempermudah berpindahnya kontaminan dari permukaan bahan tersebut. Hal ini disebabkan karena lapisan oksida relatif lebih mudah berpindah dan apabila lapisan oksida berpindah, maka kontaminan yang berada bersama lapisan oksida tersebut ikut berpindah. Kontaminasi pada permukaan bahan organik dan vitreous dapat terjadi melalui proses pertukaran ion. Jika dibandingkan dengan resin penukaran ion konvensional kapasitas pertukaran ion dari bahan sangat kecil, tetapi sudah cukup untuk menyerap ion radioaktif sehingga terjadi kontaminasi. Bila reaksi yang terjadi antara kontaminan dan permukaan bahan adalah reaksi yang bersifat kimia, maka perpindahan kontaminan dari permukaan bahan akan menjadi lebih sukar dibanding bila reaksi yang terjadi adalah reaksi fisik.

Pembagian Daerah Kerja^[2]

Pada instalasi nuklir, untuk mempermudah penanganan zat radioaktif maka diadakan pembagian daerah kerja. Dengan adanya pembagian daerah kerja diharapkan pemakaian tempat kerja satu sama lain tidak terganggu dan dapat berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Selain itu proses pengungkungan zat radioaktif dapat dilaksanakan dengan mudah, terutama untuk sumber kontaminan jika terjadi kontaminasi.

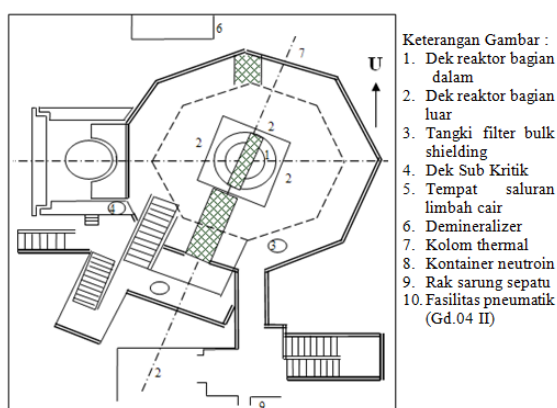
Daerah kontaminasi rendah yaitu daerah kerja tingkat kontaminasi yang besarnya lebih kecil daripada $0,37 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pemancar alfa dan lebih kecil dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pemancar beta.

Daerah Kontaminasi Sedang: Daerah kontaminasi sedang yaitu daerah kerja tingkat kontaminasi radioaktif $0,37 \text{ Bq/cm}^2$ atau lebih tetapi kurang dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pemancar alfa dan $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ atau lebih kurang dari 37 Bq/cm^2 untuk pemancar beta, sedangkan kontaminasi udara tidak melebihi $1/10$ batas turunan kadar zat radioaktif di udara.

Daerah Kontaminasi Tinggi: Daerah kontaminasi tinggi yaitu daerah kerja tingkat kontaminasi $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ atau lebih untuk pemancar alfa, dan 37 Bq/cm^2 atau lebih untuk pemancar beta sedangkan kontaminasi udara kadang-kadang lebih besar daripada batas turunan kadar zat radioaktif di udara.



Bahaya radiasi eksternal maupun internal dapat timbul akibat adanya kontaminasi permukaan. Dengan berbagai cara kontaminan dapat masuk ke dalam tubuh. Ada kemungkinan kontaminan terdispersi ke udara dan kemudian masuk ke dalam tubuh melalui jalan pernafasan. Selain itu dapat pula melalui mulut apabila kontak antara kontaminan dengan tangan, yang selanjutnya melalui makanan masuk ke dalam tubuh, melalui pori-pori kulit atau kulit yang terluka. Bahaya radiasi eksternal timbul apabila kontaminasi terjadi melibatkan kontaminan pemancar beta atau gamma. Meskipun kontaminasi permukaan yang terjadi belum mencapai tingkat yang membahayakan, adanya kontaminasi tersebut akan tetap menimbulkan kerugian, terutama apabila kontaminasi terdapat di daerah tidak aktif. Adanya kontaminasi ini dapat terjadi misalnya akibat pemakaian alat di daerah aktif yang kemudian dipindahkan ke daerah yang tidak aktif tanpa mengetahui bahwa alat tersebut telah terkontaminasi. Karena adanya kontaminasi permukaan yang tidak disadari, maka kontaminasi tersebut tidak ditangani sebagaimana mestinya. Radiasi dari kontaminasi ini dapat mengganggu jalannya pekerjaan yang sedang dilakukan. Sebagai contoh adalah timbulnya kesalahan pada hasil pencacahan latar rendah. Selain itu hal ini dapat pula menyebabkan terjadinya kontaminasi pada benda lain di ruangan tersebut akibat kontak dengan benda yang terkontaminasi. Pada pemantauan ini dilakukan pengukuran di daerah yang berpotensi menimbulkan tingkat kontaminasi permukaan di fasilitas reaktor dan diharapkan hasil yang didapat masih dalam batas-batas aman



Gambar 1. Lay out Reaktor Kartini

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan

Kertas Usap Impor: Kertas ini terdiri dari dua lembar seperti stiker. Spesifikasi kertas usap

adalah berbentuk lingkaran, diameter $\pm 4,3$ cm berwarna putih.

Alat cacah Geiger Muller merk Ortec digunakan untuk menghitung hasil cacah radioaktivitas yang terdapat pada kertas usap. Ratemeter Beta jenis AC-DC alarm, Ratemeter model SML-2 (TA). Alat ini digunakan untuk mendeteksi dan mengukur tingkat kontaminasi permukaan dari suatu pemancar radiasi beta. Alat ini terdiri dari detektor yang dilengkapi dengan kabel penghubung dan Ratemeter yang di dalam susunannya terdapat displai untuk pembacaan hasilnya secara langsung. Jangkauannya: 0-1000 cps, Faktor Kalibrasi: 1,10 Bq/cm².cp, pada skala 10 kali.

Tabel 1. Harga faktor pindah tes usap dari beberapa jenis kertas usap dan permukaan^[4]

Permukaan	Faktor pindah (%) dari kertas:					
	A	B	C	D	E	F
Porselin	17,8	24,5	18,4	18,5	16,7	18,6
Formika	15,0	20,0	15,9	20,3	13,5	12,6
Kaca	18,8	27,0	25,5	23,1	24,1	20,5
Baja tahan karat (SS)	9,1	6,8	5,7	6,6	4,2	8,2
Besi baja	4,8	4,9	3,5	3,8	4,1	3,9
PVC & sejenisnya	14,4	13,6	9,1	9,0	8,1	10,1

Ket: A=impor, B=padalarang, C=diagonal, D=concord, E= marga, F=kain kertas

Cara Kerja

Pemantauan kontaminasi permukaan pertama-tama dilakukan secara langsung dengan alat Ratemeter model SML-2, untuk mengetahui permukaan-permukaan yang dicurigai terjadinya kontaminasi kemudian dilakukan pengusapan dengan kertas usap. Kertas usap dibuka, lekatkan bagian yang lengket (dibalik kertas usap) pada jari (d disesuaikan posisi jari tangan dengan luas kertas usap). Diusapkan bagian permukaan kertas usap ke daerah permukaan yang dipantau. Luas usapan ± 100 cm². Pengusapan tidak boleh diulang, kemudian kertas hasil usapan dicacah dengan alat Geiger Muller Ortec untuk menghitung kandungan radioaktivitasnya. Tingkat kontaminasi permukaan dihitung menggunakan rumus^[3]:

$$\text{Tingkat Kontaminasi Permukaan (TK)} = \frac{C_{pm} \times 100 \times 100}{E_f \times f_p \times 60 \times A} \pm \sigma_u \text{ Bq/cm}^2$$

dengan:

TK : tingkat kontaminasi permukaan (Bq/cm²).

Cpm : cacah netto permenit.

Ef : efisiensi alat cacah (%)

Fp : faktor pindah (%)

A : luas usapan (cm²)

60 : konversi menit ke detik 100 : seratus persen

σ_u : Rambatan relatif



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencacahan sampel kontaminasi permukaan memakai detektor GM dan hasil

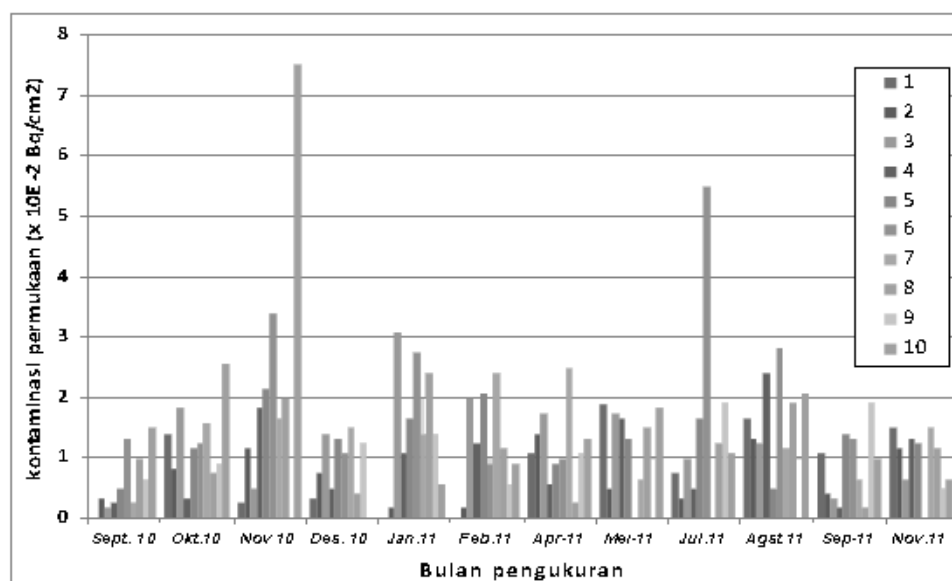
perhitungan disajikan pada Tabel 2, 3, 4 dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan dengan metode tes usap pada bulan September 2010 sampai dengan bulan Februari 2011

Nomor lokasi	Tingkat kontaminasi permukaan ($\times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)					
	Sept. 2010	Okt. 2010	Nov. 2010	Des. 2010	Jan. 2011	Feb. 2011
1	Tak terdeteksi	1.41±0.14	0.25±0.02	0.33±0.03	Tak terdeteksi	Tak terdeteksi
2	0.33±0.03	0.83±0.06	1.16±0.1	0.75±0.06	0.17±0.15	0.17±0.015
3	0.17±0.015	1.83±0.18	0.49±0.04	1.41±0.14	3.07±0.29	1.993±0.19
4	0.25±0.02	0.33±0.03	1.83±0.2	0.49±0.04	1.08±0.11	1.25±0.13
5	0.49±0.04	1.16±0.11	2.16±0.2	1.33±0.14	1.66±0.17	2.07±0.19
6	1.33±0.14	1.25±0.13	3.4±0.3	1.08±0.11	2.74±0.27	0.91±0.07
7	0.25±0.02	1.58±0.16	1.66±0.17	1.49±0.15	1.41±0.14	2.41±0.23
8	0.99±0.1	0.75±0.06	1.99±0.19	0.42±0.04	2.41±0.23	1.16±0.11
9	0.66±0.05	0.9±0.07	Tak terdeteksi	1.25±0.13	1.41±0.14	0.58±0.05
10	1.49±0.15	2.57±0.25	7.5±0.6	Tak terdeteksi	0.58±0.05	0.91±0.07

Tabel 3. Hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan dengan metode tes usap pada bulan April 2011 sampai dengan bulan November 2011

Nomor lokasi	Tingkat kontaminasi permukaan ($\times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)					
	April. 2011	Mei. 2011	Juli. 2011	Agst. 2011	Sept. 2011	Nov. 2011
1	1.08±0.11	1.9±0.18	0.75±0.06	1.66±0.17	1.08±0.11	1.49±0.15
2	1.41±0.14	0.49±0.04	0.33±0.03	1.33±0.14	0.42±0.03	1.16±0.11
3	1.74±0.17	1.74±0.17	0.99±0.1	1.25±0.13	0.33±0.03	0.66±0.05
4	0.58±0.05	1.66±0.17	0.49±0.04	2.41±0.23	0.17±0.015	1.33±0.14
5	0.91±0.07	1.33±0.14	1.66±0.17	0.49±0.04	1.41±0.14	1.25±0.13
6	0.99±0.1	Tak terdeteksi	5.48±0.5	2.82±0.28	1.33±0.14	Tak terdeteksi
7	2.49±0.24	0.66±0.05	Tak terdeteksi	1.16±0.11	0.66±0.05	1.49±0.15
8	0.25±0.02	1.49±0.15	1.25±0.13	1.91±0.18	0.17±0.015	1.16±0.11
9	1.08±0.11	0.99±0.1	1.91±0.18	0.99±0.1	1.91±0.18	0.49±0.04
10	1.33±0.14	1.83±0.18	1.08±0.11	2.07±0.19	0.99±0.1	0.66±0.05



Gambar 2: Grafik hubungan antara kontaminasi permukaan dengan waktu pengukuran.



Pemantauan dilakukan daerah yang berpotensi menimbulkan kontaminasi permukaan di fasilitas reaktor dalam kurun waktu bulan September 2010 sampai dengan bulan November 2011. Di lokasi nomor.1 Dek reaktor bagian dalam, antara $0.25 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $1,90 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3), sedangkan di bagian luar (lokasi nomor. 2) antara $0.33 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $1,41 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 1&2) tingkat kontaminasi yang terjadi di daerah ini sangat kecil masih jauh berada di bawah nilai ambang batas (NAB) yang ditentukan. Di permukaan tangki filter bulk shielding (lokasi nomor 3) antara $0.33 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $3,07 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3), hasil pengukuran ini apabila dibandingkan dengan daerah nomor 2 lebih besar namun masih jauh berada di bawah NAB. Dek sub kritik (lokasi nomor 4) Fasilitas ini dikopelkan dengan reaktor Kartini melalui salah satu tabung berkas neutron (*beamport*) dimana perangkat tersebut diletakkan dalam suatu ruangan perisai beton di depan tabung berkas. Perangkat ini dapat digunakan untuk pengukuran *buckling efek* batang kendali, penentuan susunan yang optimum antara volume Uranium dan H_2O serta pengukuran parameter-parameter lainnya⁽⁵⁾. Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.25 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $2,41 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3) tidak jauh berbeda dengan daerah lainnya. Tempat menyalurkan limbah cair (lokasi nomor 5), di daerah ini tempat untuk menyalurkan limbah cair biasanya limbah cair bekas cucian resin ke bak penampungan, Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.49 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $2,16 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3). Demineralizer (lokasi nomor 6) perangkat ini dilengkapi dengan filter mekanik yang berguna untuk menangkap partikel-partikel padat, juga dilengkapi dengan resin penukar ion yang berfungsi untuk menangkap partikel-partikel yang berbentuk ion. Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.91 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $5,48 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3) namun rata-rata yang terdeteksi ($2,1 \pm 0.2$) 10^{-2}Bq/cm^2 (Tabel 4), meskipun hasil pengukuran ini lebih besar dibanding dengan daerah-daerah yang lain namun masih jauh berada di bawah NAB. Kolom thermal (lokasi nomor 7) fungsinya untuk eksperimen iradiasi sampel yang khusus memerlukan radiasi neutron thermal, ukuran sampel yang dapat diradiasi maksimum $10 \times 10 \text{ cm}$. Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.25 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $2,49 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3). Kontainer neutron (lokasi nomor 8), kontainer ini digunakan untuk menyimpan sumber neutron seperti Am-Be, Pu-Be yang sedang tidak digunakan. Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.25 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

sampai dengan $2,41 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3), tidak jauh berbeda dengan daerah kolom thermal. Rak sarung sepatu (lokasi nomor 9), fasilitas ini tempat menyimpan sarung sepatu yang harus digunakan setiap personil yang akan masuk ke hall reaktor. Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.49 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $1,91 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3). Fasilitas pneumatik yang terletak di gedung 04.II.2 (lokasi nomor 10), fasilitas ini berupa perangkat sistem pemindah pneumatik (*Pneumatic transfer system*) digunakan untuk eksperimen iradiasi cuplikan yang menghasilkan radionuklida berumur pendek, Tingkat kontaminasi permukaan di daerah ini antara $0.58 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $7,5 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ (Tabel 2 & 3) namun rata-rata yang terdeteksi ($1,9 \pm 0.18$) 10^{-2}Bq/cm^2 (Tabel 4), walaupun di daerah ini paling tinggi dibanding dengan 9 lokasi lainnya namun masih dalam batas aman dan masuk daerah kontaminasi rendah yaitu daerah kerja tingkat kontaminasi yang besarnya lebih kecil daripada 0.37 Bq/cm^2 untuk pemancar alfa dan lebih kecil dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pemancar beta.

Naik-turunnya tingkat kontaminasi permukaan di beberapa fasilitas reaktor dalam kurun waktu bulan September 2010 sampai dengan bulan November 2011 terlihat pada gambar 2 yaitu grafik hubungan antara kontaminasi permukaan dengan bulan pengukuran. Tingkat kontaminasi permukaan yang terjadi dari waktu ke waktu selalu mengalami kenaikan dan penurunan hal ini terkait dengan kebersihan lingkungan, dimana semakin bersih permukaan semakin kecil pula tingkat kontaminasi yang terjadi bahkan bisa nihil atau tidak terdeteksi seperti beberapa daerah / lokasi di bawah ini:

- Dek reaktor bagian dalam pada bulan September 2010, bulan Januari dan bulan
- Februari 2011.
- Demineralizer pada bulan Mei dan bulan November 2011
- Kolom thermal pada bulan Juli 2011
- Rak sarung sepatu pada bulan November 2010.
- Fasilitas Pneumatik pada bulan Desember 2010

Tingkat kontaminasi permukaan yang paling tinggi di daerah Fasilitas pneumatik yang terletak di R.04.II.2 (lokasi nomor 10) pada bulan November 2010 (Gb.2) setelah dilakukan dekontaminasi ternyata bulan berikutnya nihil atau tidak terdeteksi, kemudian disusul Demineralizer (lokasi nomor 6) pada bulan Juli 2011 (Gb.2), bulan berikutnya turun 49 %. Pemantauan periode ini apabila di banding dengan hasil pemantauan sebelumnya (6 bulan terakhir) tidak terjadi perbedaan yang berarti dan masih dalam lingkup daerah kontaminasi rendah yaitu tidak lebih dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pemancar beta.



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012

Tabel 4. Tingkat kontaminasi permukaan rata-rata di fasilitas reaktor pada bulan April 2011 sampai dengan bulan November 2011

Lokasi/tempat pengukuran	Tk. kontaminasi permukaan Rata-rata ($\times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)
Dek reaktor bagian dalam	$1,07 \pm 0.1$
Dek reaktor bagian luar	$0,7 \pm 0.06$
Tangki filter bulk shielding	$1,3 \pm 0.14$
Dek Sub kritik	$0,99 \pm 0.1$
Tempat saluran limbah cair	$1,3 \pm 0.14$
Demineralizer	$2,1 \pm 0.2$
Kolom thermal	$1,4 \pm 0.15$
Kontainer neutron	$1,2 \pm 0.13$
Rak sarung sepatu	$1,1 \pm 0.12$
Fasilitas pneumatik (Gd 04.II.)	$1,9 \pm 0.18$

KESIMPULAN

Pemantauan dan evaluasi tingkat kontaminasi permukaan di fasilitas reaktor dalam kurun waktu bulan September 2010 sampai dengan bulan November 2011 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tingkat kontaminasi permukaan yang terdeteksi mencapai $(5,48 \pm 0.5) 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$, rata-rata $(2,1 \pm 0.2) 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ di Demineralizer dan di fasilitas pneumatik mencapai $(7,5 \pm 0.6) 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$, rata-rata $(1,9 \pm 0.18) 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sedangkan di lokasi/daerah lain yang diamati rata-rata berada dibawahnya yaitu antara $(0,7 \pm 0.06) 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ sampai dengan $(1,4 \pm 0.15) 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$
2. Hasil yang diperoleh masih dalam kategori daerah kontaminasi tingkat rendah yaitu tidak lebih dari 3.7Bq/cm^2 untuk pemancar beta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr Agnes Murwanti, Mahrus Salam, S.Si, Fajar Panuntun, S.ST, Darjono dan Any Bahtiar yang telah membantu terselenggaranya evaluasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, "Laporan Analisis Keselamatan Reaktor Kartini" nomor dokumen C 7/05/B2/LAK/2010, revisi 7 Surat Keputusan BAPETEN No.1/Ka.BAPETEN/V-99.tentang ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi. Jakarta. 1999.
2. SURATMAN. "Pengukuran Radioaktivitas Beta" Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta 1997.

3. SURATMAN DKK. "Penentuan Faktor Pindah Berbagai Kertas Usap Untuk Kontaminasi Permukaan" Prosiding Pertemuan & Presentasi Ilmiah PPNY – BATAN Yogyakarta. 25-27 April 1995
4. SUPARNO. "Survei Tingkat Kontaminasi Permukaan di Laboratorium Aktif PTAPB-BATAN Yogyakarta" Prosiding Seminar Nasional P3N Yogyakarta 2010.

TANYA JAWAB

Agus Taftazani (PTAPB)

- Penentuan lokasi (10 lokasi) sesuai dengan LAK, mengapa tidak ditambah? Mengingat pada lokasi pneumatik diukur dan relatif besar terhadap yang lain. Mungkin di lokasi 11, 12, 13 mempunyai gross β yang cukup besar yakni :
 - 11 → bucket (penjatuhan kapsul saat radiasi pendek (keluar gas, alat vakum)
 - 12 → lokasi penampungan kapsul sampel (saat radioaktivitas tinggi maupun sudah meluruh/lama → debunya ada)
 - 13 → tes usap pada kapsul-kapsul yang dipegang-pegang saat penyiapan radiasi
- Apakah tiap lokasi hanya diusap 1 titik (tidak diusapkan *triple*)
- Mengapa tidak diukur dengan spektrometri γ ? Data gross ada, data RN ada.

Atok Suhartanto

- ✧ Penentuan lokasi 10 titik sampling sudah sesuai dengan LAK reaktor sudah termasuk instalasi pneumatik, dan tinggi hanya oada satu bulan, tidak tinggi terus menerus.
- ✧ Untuk pengawasan lokasi bucket, tempat penampungan dan kapsul-kapsul selalu dilakukan secara pengukuran langsung dengan alat MCB/rate meter, bial diperlukan baru dilakukan tes usap (pengukuran tidak langsung).
- ✧ Tiap lokasi sampling (usap) 1 titik berdasarkan pengukuran langsung yang agak tinggi. Gross γ tidak diukur karena tidak punya alatnya, yang diperlukan gross β dan α .

K. Kwin P. (PTLR)

- Dalam abstrak ditampilkan tingkat kontaminasi tertinggi ada pada daerah demineralizer dan di pneumatik daripada di daerah lain, kenapa?

Atok Suhartanto

- ✧ Tingkat kontaminasi agak tinggi di daerah demineralizer dan pneumatik daripada daerah lain (walaupun masih dibawah MBD), karena :



- Di daerah demineralizer merupakan alat penyaringan air pendingin primer reaktor kartini (mengambil ion-ion dari air pendingin).
- Di daerah pneumatik merupakan keluar masuk sampel yang diiradiasi/umur pendek, sekaligus mencacah dengan spektrometri gamma.

Anung Pujiyanto (PRR)

- Apakah dari penelitian ini hasil uji kontaminasi bisa menentukan untuk radionuklida yang mengkontaminasi?
- Berapa titik yang diambil?

Atok Suhartanto

- ✧ Dari sampling pengukuran tingkat kontaminasi tidak langsung diketahui unsur kontaminasinya, tetapi diketahui dulu tingkat besaran kontaminasi Bq/cm^2 , bila diindikasikan tinggi dan ingin mengetahui unsur kontaminannya maka harus dilakukan analisis spektrometri gamma.
- ✧ Titik yang disampling ada 10 titik yang berpotensi terjadi kontaminasi.