

PENGUKURAN TINGKAT KONTAMINASI PERMUKAAN DI LABORATORIUM ANALISIS AKTIVASI NEUTRON

Anto Setiawanto, Rohidi
Staf Bidang Keselamatan, PRSG-BATAN

ABSTRAK

PENGUKURAN TINGKAT KONTAMINASI PERMUKAAN DI LABORATORIUM ANALISIS AKTIVASI NEUTRON. Telah dilakukan pengukuran tingkat kontaminasi permukaan di laboratorium Analisis Aktivasi Neutron. Tujuan pengukuran ini adalah untuk mengetahui tingkat kontaminasi permukaan yang terjadi akibat dari pemanfaatan zat radioaktif atau sumber radiasi. Metode yang digunakan adalah tes usap dengan kertas yang berdiameter 4,5 cm pada permukaan yang dipantau. Daerah pengukuran tingkat kontaminasi permukaan pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron dibagi menjadi 4 ruang pengukuran yaitu : ruang ganti, ruang bongkar sampel, ruang cacah, ruang preparasi. Dari hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan dengan metode tes usap pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron diperoleh hasil tertinggi adalah 0,165 Bq/cm² pada meja di ruang cacah dan lantai di ruang preparasi. Menurut aturan BAPETEN dengan SK NO.1 / Ka.BAPETEN / V / 99, hasil ini masih dalam kategori daerah kontaminasi tingkat rendah yaitu tidak lebih dari 3,7 Bq/cm² untuk gross beta.

Kata kunci : kontaminasi, pengukuran, radioaktif

ABSTRACT

SURFACE CONTAMINATION LEVEL MEASUREMENT IN THE LABORATORY OF NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS. The surface contamination levels in the Neutron Activation Analysis laboratory has been measured the purpose of this measurement is to determine the levels of surface contamination arising from the use of radioactive materials or radiation sources. The method used is smear test using a special paper with a diameter of 4.5 cm on the surface to be monitored. Measurement area of surface matter contamination levels in the Neutron Activation Analysis Laboratory is divided into 4 rooms measurement namely: the locker room, the sample loading chamber, counting room, preparation room. From the measurement of surface contamination level obtained that the highest yield was 0.165 Bq/cm² on the table and the counting room and floor in the living preparation. According to BAPETEN regulation NO.1 / Ka.BAPETEN / V / 99, these results are still in the category of low-level contamination of the area that is not more than 3.7 Bq/cm² for gross beta.

Key word : contamination, measurement, radioactive

PENDAHULUAN

Pemanfaatan dari RSG-GAS diantaranya adalah iradiasi dari berbagai sampel oleh pengguna yang dilakukan pada fasilitas iradiasi sistem rabbit, diantara sampel-sampel tersebut ada beberapa sampel terutama yang memiliki paroh pendek maka langsung di cacah pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron (AAN) yang berlokasi di lantai + 8,00 m gedung reaktor.

Dalam pekerjaan yang menggunakan bahan-bahan radioaktif, kontaminasi permukaan dapat terjadi karena berbagai cara, seperti: zat 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, kemungkinan kebocoran wadah limbah radioaktif di dalam ruangan.

Selain itu ada beberapa sebab yang dapat

menaikkan tingkat kontaminasi permukaan. Beberapa diantaranya adalah kecelakaan-kecelakaan kecil seperti terjadinya tumpahan dan lain-lain, pengeluaran zat radioaktif dari wadahnya, kontaminasi wadah zat radioaktif dari isinya, kontaminasi yang terjadi pada saat memasukkan atau mengeluarkan zat radioaktif dari kotak bersarung tangan (*glove box*),

Untuk menghindari akumulasi kontaminasi permukaan agar tidak mencapai tingkat yang membahayakan, maka perlu diadakan pemantauan kontaminasi permukaan secara rutin/ berkala. Pengukuran tingkat kontaminasi permukaan pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron dengan metode test usap (*smear test*) bertujuan untuk mengetahui tingkat kontaminasi di daerah kerja atau ruang tersebut. Dengan mengetahui tingkat kontaminasi diharapkan pekerja radiasi dapat bekerja dengan aman dan terkendali dengan pengawasan petugas proteksi radiasi.

TEORI

Macam-macam kontaminasi dapat dibedakan 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 atau Larutan: Kontaminasi dalam bentuk cair atau larutan merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi, karena banyak pekerjaan dengan zat radioaktif yang dilakukan dalam bentuk cair atau larutan, dan dalam bentuk cair atau larutan 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 tidak akan teramati pada pemantauan dengan tes usap.

Kontaminasi Permukaan Berdasarkan SK BAPETEN.No.1/Ka BAPETEN /V-99 tentang ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi⁽¹⁾ 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 daerah kerja seperti terkenanya tempat-tempat yang berhubungan dengan zat radioaktif baik itu mengenai meja, kursi, lantai, dinding, pakaian kerja, dan permukaan peralatan seperti pipa, tangki, atau permukaan lainnya.

Pembagian daerah kerja menurut SK BAPETEN No.1/Ka BAPETEN/V-99

Daerah Kontaminasi Rendah : 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.

Daerah Kontaminasi Sedang : 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 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.

Teknik pemantauan kontaminasi permukaan dapat dilakukan dengan cara langsung dan tes usap. Cara Langsung: Pemantauan kontaminasi permukaan cara langsung dilakukan dengan mengarahkan alat cacah yang dapat dibawa (*portable*) secara langsung ke permukaan yang dipantau.

Cara Tes Usap: Pemantauan kontaminasi permukaan cara tes usap dilakukan dengan mengambil cuplikan pada permukaan yang dipantau, kemudian dicacah di ruang yang terpisah. Dalam pemantauan kontaminasi permukaan dengan cara tes usap dilakukan untuk lebih menyakinkan ada dan tidaknya kontaminasi yang mengendap di permukaan tersebut.

TATA KERJA

a. Alat dan Bahan

- Kertas Usap : Spesifikasi Kertas Usap adalah *rad-wipe smear* berbentuk lingkaran dengan diameter $\pm 4,5 \text{ cm}$
- Alat ukur kontaminasi *portable* untuk mendeteksi dan mengukur tingkat kontaminasi permukaan dari suatu pemancar radiasi beta dengan jangkauannya: 0-1000 cps
- Pen dosimeter/TLD
- Baju pelindung
- Sarung kaki/shoe cover
- Sarung tangan
- Kantong plastik
- Masker

b. Pencuplikan sampel dengan tes usap

- Mengukur tingkat kontaminasi pada permukaan yang berpotensi terjadi kontaminasi.
- Menentukan titik lokasi usap berdasarkan data
- Melakukan pengusapan dengan kertas usap pada lokasi yang telah di tentukan.

c. Pengukuran sampel usap

- Satu persatu sampel usap dilakukan pencacahan.
- Hasil pencacahan dicatat kemudian di kalikan dengan faktor kalibrasi yang tercantum pada alat ukur
- Tingkat kontaminasi permukaan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Cara pertama :

Tingkat Kontaminasi Permukaan

$$(TK) = \frac{Rs - Rlb}{\eta u \cdot \eta a \cdot P \cdot L}$$

Keterangan :

TK : tingkat kontaminasi permukaan (Bq/cm^2).

Rs : Laju cacah sampel

ηa : efisiensi alat cacah (%)

Rlb : Laju cacah latar belakang

P : probabilitas pancaran radiasi

ηu : Efisiensi usap

L : Luas daerah usap

FK : Faktor kalibrasi/faktor koreksi alat (Bq/cm²)
 Cara kedua :
 Tingkat Kontaminasi Permukaan (TK) = $R_s - R_{lb} \times FK$

kedua. Daerah pengukuran tingkat kontaminasi permukaan pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron dibagi menjadi 4 ruang pengukuran yaitu : ruang ganti, ruang bongkar sampel, ruang cacah, ruang preparasi ditunjukkan pada gambar 1. Alat ukur kontaminasi yang di gunakan di tunjukkan pada tabel 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan di hitung dengan menggunakan rumus cara

Tabel 1. Alat ukur survey meter kontaminasi

Alat ukur (tipe)	Faktor kalibrasi $\frac{Bq/cm^2}{cps}$	Jenis pengukuran
Ludlum model 2241/ 139613 detektor : 44-9 PR. 143879	0,083	kontaminasi beta

Tabel 2. Klasifikasi daerah kontaminasi

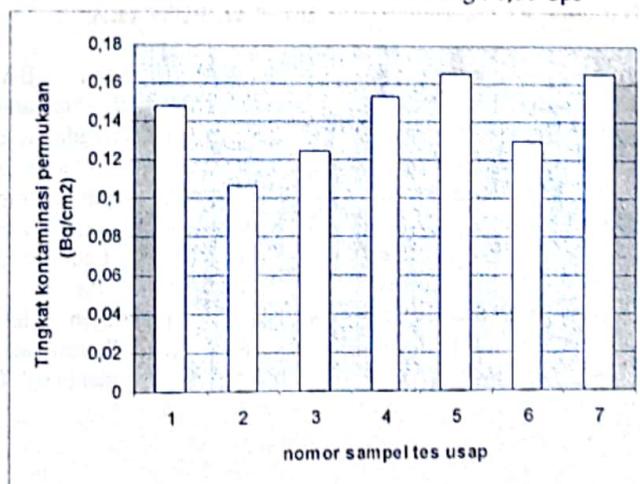
Kontaminasi rendah	< 0,37 Bq/ cm ² (alpha) < 3,7 Bq/ cm ² (beta)
Kontaminasi sedang	0,37 Bq/ cm ² - 3,7 Bq/ cm ² (alpha) 3,7 Bq/ cm ² - 37 Bq/ cm ² (beta)
Kontaminasi tinggi	>3,7 Bq/ cm ² (alpha) >37 Bq/ cm ² (beta)
1 Bq = $2,7 \cdot 10^{-5} \mu Ci$	

Tabel 3. Hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan dengan metode tes usap pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron

Nomor tes usap	Nama tempat /peralatan	Cacah sampel	Tk Kontaminasi Permukaan (Bq/cm ²)	keterangan
1	Lantai	2,78	0,148	Ruang ganti
2	Perisai radiasi	2,28	0,106	Ruang bongkar sampel
3	Lantai	2,49	0,124	Ruang bongkar sampel
4	Perisai radiasi	2,85	0,153	Ruang cacah
5	meja	2,99	0,165	Ruang cacah
6	Lantai	2,51	0,130	Ruang preparasi
7	Lemari alat	2,99	0,165	Ruang preparasi

Keterangan : - Faktor kalibrasi : 0,083 Bq/cm²

- cacah latar belakang : 1,00 Cps

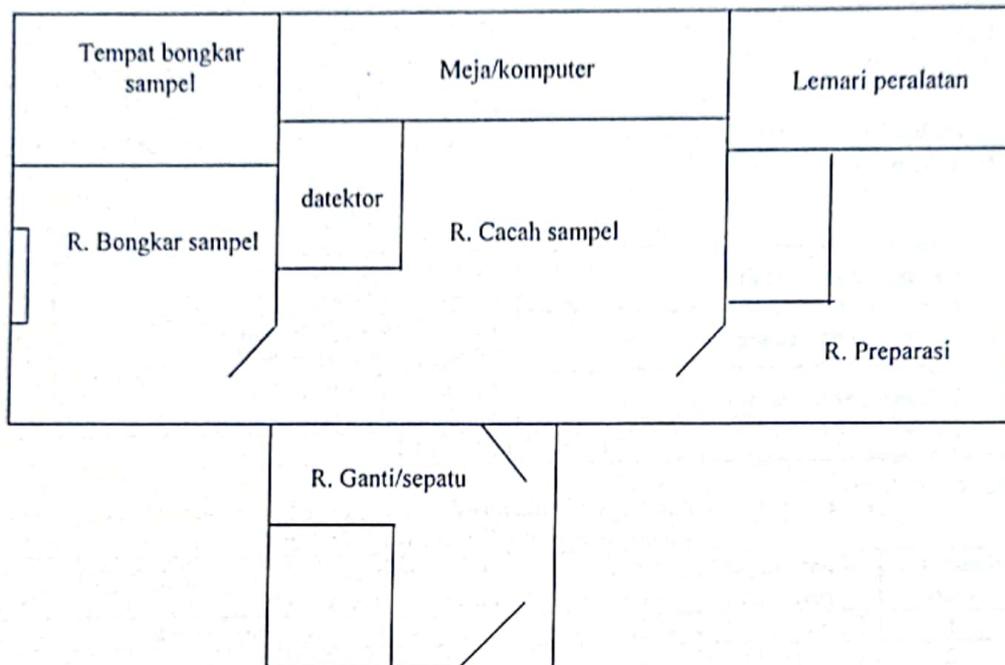


Gambar 1. Grafik tingkat kontaminasi permukaan di lab. Analisis Aktivasi Neutron

Dari hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan dengan metode tes usap pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron diperoleh hasil tertinggi adalah $0,165 \text{ Bq/cm}^2$ pada meja ruang cacah tetapi nilai tersebut masih dibawah $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ (beta) dan termasuk dalam kategori daerah kontaminasi rendah.

Gambar 1. menunjukkan grafik hubungan antara tingkat kontaminasi permukaan dengan sampel tes

usap dari masing-masing ruangan yang ada pada laboratorium Analisis Aktivasi Neutron dapat terlihat dengan jelas, perbedaan dari hasil pengukuran tidak signifikan. Besaran tingkat kontaminasi permukaan yang terjadi di laboratorium Analisis Aktivasi Neutron masih dalam kategori daerah kontaminasi tingkat rendah yaitu tidak lebih dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pancaran β



Gambar 2. Denah Ruang Laboratorium Analisis Aktivasi Neutron

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan di laboratorium Analisis Aktivasi Neutron dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tingkat komtaminasi permukaan benda yang tertinggi $0,165 \text{ Bq/cm}^2$ pada meja di ruang cacah sampel
2. Besaran-besaran tingkat kontaminasi permukaan yang terjadi masih dalam kategori daerah kontaminasi tingkat rendah yaitu tidak lebih dari $3,7 \text{ Bq/cm}^2$ untuk pancaran beta.
3. Bagi pekerja radiasi yang akan melakukan pekerjaan dengan menggunakan zat radioaktif atau sumber radiasi seperti penanganan sampel iradiasi dihimbau untuk selalu memperhatikan aspek-aspek keselamatan dan bekerja sesuai

prosedur yang berlaku dengan demikian akan meningkatkan kinerja keselamatan di PRSG-BATAN.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Surat Keputusan BAPETEN No.1/Ka. BAPETEN/V-99, "tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi".
2. Suratman, "Pengukuran Radioaktivitas Beta" Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta 1997
3. Suparno, "Survei Tingkat Kontaminasi Permukaan di Laboratoruim Aktif PTAPB-BATAN Yogyakarta
4. Petunjuk praktikum diklat proteksi radiasi pegawai baru " Penentuan Tingkat Kontaminasi dan proses dekontaminasi" Pusdiklat 2009

DISKUSI

1. Nama Penanya : Diyah Erlina Lestari

Pertanyaan :

Mengapa tingkat kontaminasi di ruang preparasi dan ruang cacah sampel besarnya sama?

Jawaban :

Hasil tingkat kontaminasi sama, tetapi masih di bawah $< 3,7 \text{ Bq/cm}^2$ katagori kontaminasi rendah

2. Penanya : Jaja Sukmana

Pertanyaan :

1. Metode pengukuran, spesifikasi alat?
2. Tempat uji sampling dan tempat ukur sesuai jalur sampel?
3. Kapan melakukan sampling?

Jawaban :

1. Cacah awal dengan alat cacah surveymeter secara langsung
2. Kemudian melakukan tes usap. Pencacahan sampling di ruang lain
3. Waktu sampling pada saat reactor shut down dan tidak ada aktifitas pencacahan sampel di ruang Laboratorium AAN