

EVALUASI KEGIATAN LABORATORIUM INSTALASI RADIOMETALURGI TAHUN 2016

Muradi, Suliyanto

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

ABSTRAK

Evaluasi kegiatan Laboratorium Instalasi Radiometalurgi (IRM) terhadap tingkat radiasi dan kontaminasi selama tahun 2016 telah dilakukan. Evaluasi difokuskan pada hasil pemantauan tingkat radiasi dan kontaminasi selama pengoperasian laboratorium IRM tahun 2016. Tujuan dilakukannya evaluasi untuk mengetahui potensi bahaya radiasi dan kontaminasi selama pengoperasian laboraorium IRM selama tahun 2016. Data pantau dari paparan radiasi γ dan radioaktivitas α dan β di udara maupun di permukaan lantai tersebut kemudian dibandingkan dengan batasan yang diizinkan. Dari hasil pemantauan diketahui bahwa, paparan radiasi γ yang paling tinggi terjadi pada bulan Nopember 2016 di R143 (Zona III) sebesar 900,0 $\mu\text{Sv/jam}$, karena di daerah tersebut terdapat limbah radioaktif dari ZG 103. Namun demikian paparan radiasi tersebut, masih didalam batas yang diijinkan untuk Zona III, yaitu $\leq 3000 \mu\text{Sv/jam}$. Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai daerah kerja IRM tertinggi sebesar 0,005 Bq/cm^2 , sedangkan radioaktivitas β (gross) di permukaan tertinggi IRM pada bulan Agustus 2016 terdapat di R-143 sebesar 0,473 Bq/cm^2 . Radioaktivitas β di permukaan lantai tersebut tidak melebihi batas yang diizinkan untuk zona III, yaitu antara 3,7 - 37 Bq/cm^2 , oleh karena itu belum perlu dilakukan dekontaminasi. Radioaktivitas α (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 3,845 Bq/m^3 pada bulan Maret 2016, namun demikian tidak melebihi 20 Bq/m^3 . Sedangkan radioaktivitas β (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 4,4331 Bq/m^3 pada bulan Oktober 2016, namun demikian tidak melebihi 200 Bq/m^3 . Dapat disimpulkan bahwa selama kegiatan IRM tahun 2016, batasan keselamatan radiasi tidak terlampaui dan memenuhi ketentuan izin operasi IRM yang diberikan oleh BAPETEN.

Kata kunci: paparan radiasi, radioaktivitas, permukaan lantai, udara

PENDAHULUAN

Berdasarkan desain, IRM digunakan sebagai instalasi untuk keperluan pengujian bahan bakar pasca iradiasi, khususnya terhadap bahan bakar nuklir. Walaupun bahan-bahan lain pasca iradiasi dapat dilakukan di IRM seperti proses penanganan foil target, pengujian struktur reaktor dan lainnya, namun tingkat bahaya dan radioaktivitasnya sangat kecil dibandingkan dengan bahan bakar bekas. Hasil analisis bahaya dari kecelakaan (*insiden* maupun *accident*) yang diperkirakan dapat terjadi di IRM dibedakan berdasarkan tingkat bahaya radioaktivitasnya. Tingkat bahaya radioaktivitas yang bersifat insiden hanya berpotensi bahaya pada lokasi (ruangan) terjadinya insiden dan dapat ditanggulangi secara lokal pula, dosis radiasi relatif kecil dan sifatnya tidak ada peningkatan radiasi yang (mendadak) menjadi tinggi. Insiden berpotensi bahaya terhadap personil yang bekerja di dalam instalasi (tapak IRM) saja^[1].

Sesuai dengan Perka BAPETEN nomor 4 tahun 2013, Pemegang Izin wajib menerapkan persyaratan Proteksi Radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, yang meliputi: justifikasi; limitasi dosis; dan optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi. Pemegang Izin harus melakukan tindakan Proteksi dan Keselamatan Radiasi yang diperlukan untuk bekerja di Daerah Pengendalian. Daerah Pengendalian adalah suatu

daerah kerja yang memerlukan tindakan proteksi dan ketentuan keselamatan khusus untuk mengendalikan Paparan Normal atau mencegah penyebaran kontaminasi selama kondisi kerja normal dan untuk mencegah atau membatasi tingkat Paparan Potensial^[2].

Daerah pengendalian di IRM adalah seluruh area yang meliputi daerah kerja aktif (laboratorium), yaitu zona II (zona hijau), zona III (zona kuning) dan zona IV (zona merah). Zona II di antaranya adalah *operating area hotcell* untuk fasilitas penanganan zat radioaktif, dan ruangan lainnya yang berpotensi bahaya radiasi rendah. Zona III merupakan daerah bekerja personil untuk kegiatan khusus *service area* untuk *hotcell* yang dalam kegiatannya berpotensi bahaya radiasi/ kontaminasi lebih tinggi daripada zona II^[3].

Ruang lingkup kegiatan yang dilakukan adalah mengevaluasi tingkat paparan radiasi γ , serta radioaktivitas udara dan permukaan lantai selama pengoperasian laboratorium IRM tahun 2016. Tujuan dilakukannya evaluasi untuk mengetahui potensi bahaya radiasi dan kontaminasi (Radioaktivitas) yang menyertai kegiatan operasional IRM selama tahun 2016. Pemantauan dilakukan pada Zona II, terutama ruang 135 (R-135), R-136 dan R-140, serta zona III yaitu R-143 yang dilakukan 1 kali dalam seminggu.

METODOLOGI

Peralatan yang digunakan antara lain: Surveymeter γ , alat cacah *sample counter Ludlum 3030*, *air sampler*, filter udara, filter usap, petri disk dan sebagainya.

Pengukuran paparan radiasi menggunakan *surveymeter* terkalibrasi pada posisi yang telah ditentukan. Hasil pembacaan alat dikalikan Faktor Kalibrasi (FK) *surveymeter*, catat kedalam formulir Pemantauan Paparan Radiasi IRM. Pemantauan radioaktivitas di permukaan lantai daerah kerja IRM dilakukan secara tidak langsung dengan cara^[4]: cuplikan permukaan lantai diambil pada lokasi yang telah ditentukan, kemudian cuplikan tersebut dicacah menggunakan alat cacah Ludlum 3030. Pemantauan radioaktivitas di udara daerah kerja IRM dilakukan secara tidak langsung dengan cara^[4]: cuplikan udara diambil menggunakan *air sampler* pada lokasi yang telah ditentukan, kemudian dicacah menggunakan alat cacah Ludlum 3030. Hasil cacah dihitung menggunakan rumus yang telah ditetapkan, sesuai dengan Faktor Kalibrasi (FK) alat cacah yang digunakan. Evaluasi hasil pemantauan paparan radiasi dan kontaminasi tersebut, kemudian dibandingkan dengan batasan yang diizinkan (Tabel 1). Disamping itu untuk mengetahui perubahan yang signifikan dibandingkan juga dengan data pantau tahun 2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil pemantauan radiasi dan kontaminasi IRM tahun sebelumnya, diketahui bahwa paparan radiasi γ tertinggi terjadi pada bulan Mei 2015 di R143 (Zona III) sebesar 1450,0 $\mu\text{Sv/jam}$. Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai daerah kerja IRM pada umumnya tidak terdeteksi ($0,000 \text{ Bq/cm}^2$), sedangkan radioaktivitas β (gross) di permukaan tertinggi IRM pada bulan Desember 2015 terdapat di R-143 sebesar 0,822 Bq/cm^2 . Radioaktivitas α (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 2,913 Bq/m^3 pada bulan Oktober 2015, sedangkan radioaktivitas β (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 5,201 Bq/m^3 pada bulan Mei 2015. Radioaktivitas permukaan selama pengoperasian IRM tahun 2016 tersebut, kemungkinan berasal dari kontaminasi yang berasal dari kegiatan dekontaminasi *hotcell*. Sedangkan radioaktivitas udara selama pengoperasian IRM tahun 2016, kemungkinan hanya berupa radioaktivitas alamiah. Dari penelitian terdahulu radioaktivitas α udara merupakan zat radioaktif alamiah berumur pendek yang berasal dari Po-218 yang merupakan turunan Radon-222 (dari dinding bangunan), sedangkan radioaktivitas β (gross) merupakan zat radioaktif alamiah berumur pendek yang berasal dari Pb-214 dan Bi-214 yang merupakan turunan Radon-222 (dari dinding bangunan)^[5].

Pemantauan atau pengukuran untuk pengawasan tingkat radiasi dan kontaminasi laboratorium IRM selama tahun 2016 dilakukan sama dengan tahun sebelumnya, yaitu pada Zona-II, terutama ruang 135 (R-135), R-136 dan R-140, serta zona-III yaitu R-143. Data Pantau diperiksa dan dibandingkan dengan batas yang diizinkan (Tabel 1).

Tabel 1. Batasan (MPC) keselamatan radiasi ^[4]

Daerah Kerja (Zona)	Tingkat Radiasi	Kontaminasi permukaan yang diizinkan	Kontaminasi udara daerah kerja yang diizinkan
Daerah radiasi rendah (zona-II)	Laju dosis (D): $7,5 \mu\text{Sv/jam} \leq D \leq 25 \mu\text{Sv/jam}$	<u>Rad. α</u> di alat /lantai: $< 0,37 \text{ Bq/cm}^2$ <u>Rad. β</u> di alat /lantai: $< 3,7 \text{ Bq/cm}^2$	<u>Rad. α</u> : $< 20 \text{ Bq/m}^3$ <u>Rad. β</u> : $< 200 \text{ Bq/m}^3$
Daerah radiasi sedang (zona-III)	Laju dosis (D): $25 \mu\text{Sv/jam} \leq D \leq 3000 \mu\text{Sv/hjam}$	<u>Rad. α</u> di alat /lantai: $0,37 - 3,7 \text{ Bq/cm}^2$ <u>Rad. β</u> di alat /lantai: $3,7 - 37 \text{ Bq/cm}^2$	<u>Rad. α</u> : $\leq 20 \text{ Bq/m}^3$ <u>Rad. β</u> : $\leq 200 \text{ Bq/m}^3$

Disamping itu juga dilakukan perbandingan dengan data tahun 2015 untuk melihat perubahan yang signifikan. Pemantauan paparan radiasi menggunakan *surveyrometer* γ pada ruang kerja yang terdapat sumber radiasi γ (Gambar 1).

Pengukuran paparan radiasi γ dilakukan dengan cara mengarahkan kepala detektor ke medan radiasi, kemudian catat hasil pemantauan paparan radiasi tersebut. Hasil pengukuran paparan radiasi dikalikan dengan FK alat sebesar 0,985 (Tabel 2).



Gambar 1. Pengukuran paparan radiasi γ di R-135.

Tabel 2. Paparan radiasi γ laboratorium IRM tertinggi

Bulan	Paparan radiasi γ ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)			
	Zona II / R-135	Zona II / R-136	Zona II / R-140	Zona III / R-143
Januari 2016	7,180	0,050	0,450	7,450
Februari 2016	6,300	0,050	0,350	4,180
Maret 2016	6,450	0,050	0,520	4,400
April 2016	6,460	0,050	0,450	200,0
Mei 2016	14,500	0,050	0,350	200,0
Juni 2016	15,700	0,050	0,400	200,0
Juli 2016	15,200	0,050	0,350	200,0
Agustus 2016	14,480	0,050	0,350	314,0
September 2016	14,360	0,050	0,350	100,0
Oktober 2016	14,430	0,050	0,570	220,0
Nopember 2016	14,500	0,050	0,450	900,0
Desember 2016	14,060	0,050	0,350	800,0

Paparan radiasi γ yang paling tinggi terjadi pada bulan Nopember 2016 di R143 (Zona III) sebesar 900,0 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, karena di daerah tersebut terdapat limbah radioaktif dari ZG 103. Namun demikian paparan radiasi di R-143 tahun 2016 tersebut, masih didalam batas yang diijinkan untuk Zona III, yaitu $\leq 3000 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Paparan radiasi di R143 (Zona III) tahun 2016 tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan data paparan radiasi γ pada tahun 2015 di R143 (Zona III) sebesar 1450,0 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ ^[5]. Di daerah dimana terdapat limbah tersebut diberi rantai kuning dan rambu bahaya radiasi agar pekerja radiasi dapat lebih waspada adanya bahaya radiasi.

Pemantauan radioaktivitas α dan β di permukaan lantai, dimulai dengan mengusap permukaan lantai (*smear test*) menggunakan *filter* pencuplik dengan luas usapan sebesar $\pm 100 \text{ cm}^2$, kemudian dicacah menggunakan *sample counter Ludlum 3030*. Kemudian dihitung radioaktivitas α maupun β secara *gross*, dengan FK radiasi $\alpha = 2,73 \text{ Bq/cps}$ dan $\beta = 1,19 \text{ Bq/cps}$. Hasil pemantauan radioaktivitas α dan β permukaan lantai tertinggi di ruangan zona II dan III setiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Radioaktivitas di permukaan lantai laboratorium IRM tertinggi

Bulan	Radioaktivitas di permukaan lantai (Bq/cm ²)	Zona II / R-135	Zona II / R-136	Zona II / R-140	Zona III / R-143
Januari 2016	α (gross)	0,000	0,000	0,000	0,000
	β (gross)	0,017	0,021	0,037	0,221
Februari 2016	α (gross)	0,000	0,000	0,000	0,000
	β (gross)	0,218	0,045	0,036	0,054
Maret 2016	α (gross)	0,000	0,000	0,000	0,000
	β (gross)	0,077	0,045	0,025	0,023
April 2016	α (gross)	0,000	0,000	0,000	0,000
	β (gross)	0,025	0,023	0,025	0,026
Mei 2016	α (gross)	0,000	0,001	0,001	0,002
	β (gross)	0,035	0,018	0,018	0,028
Juni 2016	α (gross)	0,001	0,001	0,003	0,014
	β (gross)	0,014	0,082	0,017	0,154
Juli 2016	α (gross)	0,001	0,002	0,002	0,001
	β (gross)	0,015	0,015	0,013	0,093
Agustus 2016	α (gross)	0,002	0,001	0,002	0,002
	β (gross)	0,056	0,064	0,128	0,473
September 2016	α (gross)	0,002	0,001	0,003	0,002
	β (gross)	0,091	0,064	0,050	0,121
Oktober 2016	α (gross)	0,005	0,002	0,001	0,002
	β (gross)	0,052	0,031	0,018	0,136
Nopember 2016	α (gross)	0,001	0,002	0,001	0,001
	β (gross)	0,029	0,034	0,030	0,382
Desember 2016	α (gross)	0,001	0,002	0,001	0,002
	β (gross)	0,025	0,032	0,019	0,305

Dari hasil pemantauan diketahui bahwa, radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai tahun 2016 tertinggi sebesar 0,005 Bq/cm² pada bulan Oktober 2016. Radioaktivitas β (gross) di permukaan tertinggi IRM pada bulan Agustus 2016 terdapat di R-143 sebesar 0,473 Bq/cm². Tingkat radioaktivitas β (gross) tahun 2016 tersebut lebih rendah dari pada data pantau tertinggi tahun 2015 sebesar 0,822 Bq/cm² dan telah dilakukan

dekontaminasi [6]. Namun demikian data radioaktivitas di permukaan lantai tahun 2016 tersebut tidak melebihi batas yang diizinkan untuk zona III (radioaktivitas β di alat /lantai: antara 3,7 - 37 Bq/cm²), oleh karena itu belum perlu dilakukan dekontaminasi.

Pemantauan radioaktivitas α dan β di udara dimulai dengan pencuplikan udara menggunakan kertas filter udara dengan debit hisap \pm 60 liter per menit (lpm) selama 30 menit. Setelah waktu pencuplikan tercapai, dilakukan pencacahan menggunakan alat *sample counter Ludlum 3030*. Kemudian dihitung radioaktivitas α maupun β secara *gross* dengan FK alat cacah Ludlum 3030 terhadap radiasi $\alpha = 2,73$ Bq/ps dan $\beta = 1,19$ Bq/cps. Hasil pemantauan radioaktivitas α dan β di udara tertinggi di ruangan zona II dan III setiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Radioaktivitas di udara laboratorium IRM tertinggi

Bulan	Radioaktivitas di udara (Bq/m ³)	Zona II / R-135	Zona II / R-136	Zonall / R-140	Zona III / R-143
Januari 2016	α (gross)	1,117	0,490	1,299	2,329
	β (gross)	1,373	0,855	1,751	3,524
Februari 2016	α (gross)	1,104	0,605	0,943	2,174
	β (gross)	1,740	0,629	1,599	2,662
Maret 2016	α (gross)	1,463	0,847	1,171	3,845
	β (gross)	2,028	1,323	1,688	3,677
April 2016	α (gross)	1,188	0,976	1,255	3,031
	β (gross)	1,492	1,176	1,504	3,403
Mei 2016	α (gross)	1,180	1,497	1,764	2,552
	β (gross)	1,315	1,718	1,769	3,202
Juni 2016	α (gross)	1,521	1,617	1,670	3,146
	β (gross)	1,695	1,716	2,138	3,402
Juli 2016	α (gross)	1,671	1,490	1,768	2,997
	β (gross)	1,979	1,514	2,116	3,267
Agustus 2016	α (gross)	1,512	1,692	1,689	3,134
	β (gross)	2,241	2,184	2,118	3,358
September 2016	α (gross)	1,707	1,188	2,085	2,397
	β (gross)	2,115	1,627	2,292	3,340
Oktober 2016	α (gross)	1,224	0,839	1,674	3,220
	β (gross)	1,368	0,944	2,005	4,331
Nopember 2016	α (gross)	1,588	1,170	2,090	2,590
	β (gross)	1,922	1,157	2,158	3,038
Desember 2016	α (gross)	0,829	1,014	1,062	1,912
	β (gross)	1,115	1,266	1,915	3,056

Radioaktivitas α (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 3,845 Bq/m³ pada bulan Maret 2016. Sedangkan selama pengoperasian IRM tahun 2015, Radioaktivitas α (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 2,913 Bq/m³ pada bulan Oktober. Radioaktivitas α (gross) tahun 2016 tersebut lebih besar dari pada data pantau tertinggi pada tahun 2015. Namun demikian tidak melebihi 20 Bq/m³ (MPC Radioaktivitas α di udara daerah kerja IRM). Radioaktivitas β (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 4,4331 Bq/m³ pada bulan Oktober 2016. Sedangkan selama pengoperasian IRM tahun 2015, Radioaktivitas β (gross) tertinggi di R-143 sebesar 5,201 Bq/m³ di bulan Mei. Radioaktivitas β (gross) tahun 2016 tersebut lebih rendah dari pada data pantau tertinggi pada tahun 2015. Namun demikian tidak melebihi 200 Bq/m³ (MPC Radioaktivitas β di udara daerah kerja IRM).

KESIMPULAN

Dari hasil pemantauan diketahui bahwa, paparan radiasi γ yang paling tinggi terjadi pada bulan Nopember 2016 di R143 (Zona III) sebesar 900,0 μ Sv/jam, karena di daerah tersebut terdapat limbah radioaktif dari ZG 103. Namun demikian paparan radiasi tersebut, masih didalam batas yang diijinkan untuk Zona III, yaitu $\leq 3000 \mu$ Sv/jam. Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai daerah kerja IRM tertinggi sebesar 0,005 Bq/cm², sedangkan radioaktivitas β (gross) di permukaan tertinggi IRM pada bulan Agustus 2016 terdapat di R-143 sebesar 0,473 Bq/cm². Radioaktivitas β di permukaan lantai tersebut tidak melebihi batas yang diizinkan untuk zona III, yaitu antara 3,7 - 37 Bq/cm², oleh karena itu belum perlu dilakukan dekontaminasi. Radioaktivitas α (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 3,845 Bq/m³ pada bulan Maret 2016, namun demikian tidak melebihi 20 Bq/m³. Sedangkan radioaktivitas β (gross) udara tertinggi di R-143 sebesar 4,4331 Bq/m³ pada bulan Oktober 2016, namun demikian tidak melebihi 200 Bq/m³. Tingkat radiasi dan kontaminasi selama pemngoperasian IRM tahun 2016, dipe3ngaruhi oleh adanya kegiatan dekontaminasi *hotcell*. Namun demikian dapat disimpulkan bahwa selama pengoperasian IRM tahun 2016, batasan keselamatan radiasi tidak terlampaui dan memenuhi ketentuan izin operasi IRM yang diberikan oleh BAPETEN.

DAFTAR PUSTAKA

1. PTBBN, Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Radiometalurgi (IRM), Nomor Dok. KK32J009001, revisi 1, 2012.
2. BAPETEN, Perka BAPETEN nomor 4 tahun 2013 tentang proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenag nuklir, 2013.

3. PTBBN, Program Proteksi Radiasi dan keselamatan Radiasi Instalasi Radiometalurgi (IRM), nomor dokumen: SOP 002.009/KN 02 01/BBN 5, No. Revisi/ terbitan: 0 / 2, 2014.
4. PTBBN, Standar operasional prosedur pemantauan paparan radiasi dan radioaktivitas daerah kerja di Instalasi Radiometalurgi, nomor dokumen: SOP 024.002/KN 04 02/BBN 5.1, No. Revisi/ terbitan: 0/1, 2015.
5. Suliyanto, Evaluasi keselamatan radiasi terhadap kegiatan Instalasi Radiometalurgi tahun 2015, Prosiding Hasil-hasil penelitian EBN Tahun 2015, ISSN 0854-5561, 2016.