

EVALUASI TINGKAT RADIASI DAN KONTAMINASI PADA KEGIATAN LABORATORIUM IRM TAHUN 2018

Muradi, Endang Sukesih

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

Evaluasi tingkat radiasi dan kontaminasi pada kegiatan laboratorium Instalasi Radiometalurgi (IRM) tahun 2018 telah dilakukan. Evaluasi dilakukan bertujuan untuk menilai hasil pantau paparan radiasi dan radioaktivitas di udara maupun permukaan lantai yang tertinggi setiap bulannya selama pengoperasian IRM tahun 2018. Pemantauan dilakukan rutin minimal sekali dalam seminggu dan hasilnya dibandingkan dengan Batasan yang diizinkan, agar segera dapat dilakukan tindakan proteksi radiasi yang diperlukan untuk melindungi pekerja radiasi dari bahaya radiasi dan kontaminasi. Data hasil pantau paparan radiasi γ dan radioaktivitas α dan β di udara maupun di permukaan lantai, kemudian dibandingkan dengan batasan yang diizinkan. Selama pengoperasian IRM, Paparan radiasi γ yang paling tinggi terjadi pada bulan Januari 2018 di R-143 (Zona III) sebesar 300 $\mu\text{Sv/jam}$, tidak melebihi batasan yang diizinkan untuk Zona III ($\leq 3000 \mu\text{Sv/jam}$). Pada lokasi paparan radiasi γ tertinggi di R-143 terdapat drum limbah hasil dekontaminasi *hot cell* 102. Drum limbah radioaktif tersebut telah dipindahkan ke *basement* R-013, sehingga pada bulan berikutnya paparan radiasi γ di R-143 telah rendah. Radioaktivitas α (gross) di udara tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Oktober 2018 di R-143 (Zona III) sebesar 10,224 Bq/m^3 , tidak melebihi batasan yang diizinkan (20 Bq/m^3). Kegiatan pengoperasian IRM pada Bulan Oktober 2018 sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas α (gross) di udara laboratorium IRM. Radioaktivitas β (gross) di udara tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Oktober 2018 di R-143 (Zona III) sebesar sebesar 32,796 Bq/m^3 , tidak melebihi batasan yang diizinkan (200 Bq/m^3). Kegiatan pengoperasian IRM pada Bulan Oktober 2018 sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas β (gross) di udara laboratorium IRM. Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Nopember 2018 di R-135 (Zona II) sebesar 0,022 Bq/cm^2 , tidak melebihi batasan yang diizinkan ($< 0,37 \text{Bq/cm}^2$). Radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Nopember 2018 di R-143 (Zona III) sebesar 1,752 Bq/cm^2 , tidak melebihi batasan yang diizinkan ($< 3,7 \text{Bq/cm}^2$) oleh karena itu belum perlu dilakukan dekontaminasi. Pada Bulan Nopember 2018, kegiatan pengoperasian IRM sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM. Sehingga dapat disimpulkan bahwa selama pengoperasian IRM tahun 2018, tingkat radiasi kontaminasi memenuhi ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi.

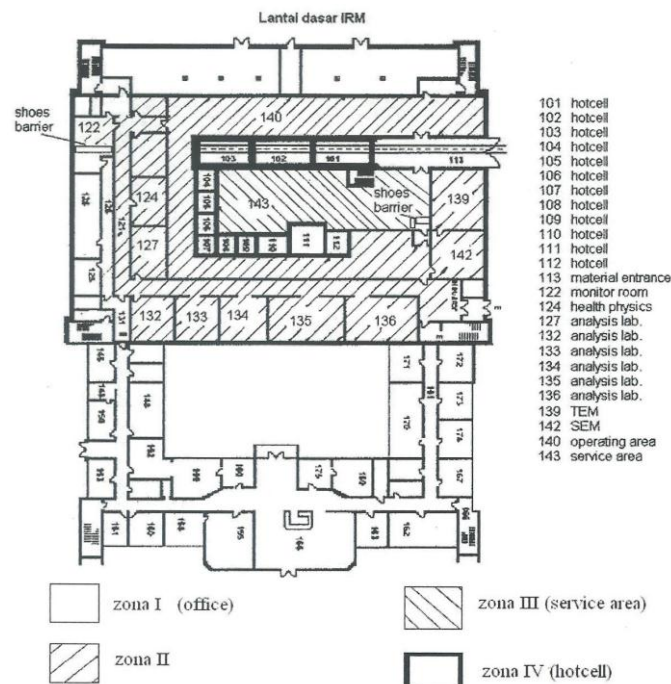
Kata kunci: paparan radiasi, radioaktivitas, permukaan lantai, udara

PENDAHULUAN

Berdasarkan Perka BAPETEN nomor 4 tahun 2013, Pemegang Izin pengoperasian IRM wajib menerapkan persyaratan Proteksi Radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, yang meliputi: justifikasi; limitasi dosis; dan optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi. Pemegang Izin IRM harus melakukan tindakan Proteksi dan Keselamatan Radiasi yang diperlukan untuk bekerja di Daerah Pengendalian ^[1]. Kegiatan proteksi radiasi merupakan suatu kegiatan yang penting dalam operasional IRM karena berkaitan dengan penggunaan

zat-zat radioaktif dan bahan nuklir yang dapat memberikan dampak negatif terhadap personil (pekerja radiasi) yang melaksanakannya, terhadap daerah kerja dan lingkungan, jika tidak dikelola dengan baik. Pengamanan sumber radiasi di luar *hot cell* dilaksanakan di dalam *glove box*, *fumehood* dan lemari besi berperisai radiasi. Untuk perlindungan personil terhadap adanya bahaya kontaminasi, desain ruangan kerja IRM dan fasilitas untuk melaksanakan pemrosesan zat radioaktif (*hot cell*, *glovebox* dan *fumehood*) dilengkapi dengan sistem ventilasi bertekanan negatif. Dalam hal ini, kontaminan diarahkan ke daerah kerja yang tingkat kontaminasinya lebih tinggi atau secara langsung terbawa oleh *ducting* sistem ventilasi ke titik pembuangan udara yang dilengkapi dengan filter HEPA^[2]. Daerah Radiasi dan kontaminasi IRM merupakan Daerah pengendalian, yaitu 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 hot cell* 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 *hot cell* yang dalam kegiatannya berpotensi bahaya radiasi/kontaminasi lebih tinggi daripada zona II^[3].

Evaluasi dilakukan bertujuan untuk menilai hasil pantau paparan radiasi dan radioaktivitas di udara maupun permukaan lantai yang tertinggi setiap bulannya selama pengoperasian IRM tahun 2018. Pemantauan dilakukan pada Zona II, terutama ruang 135 (R-135), R-136 dan R-140, serta zona III yaitu R-143 (Gambar 1).



Gambar 1. Daerah Pengendalian lantai dasar laboratorium IRM^[2].

METODOLOGI

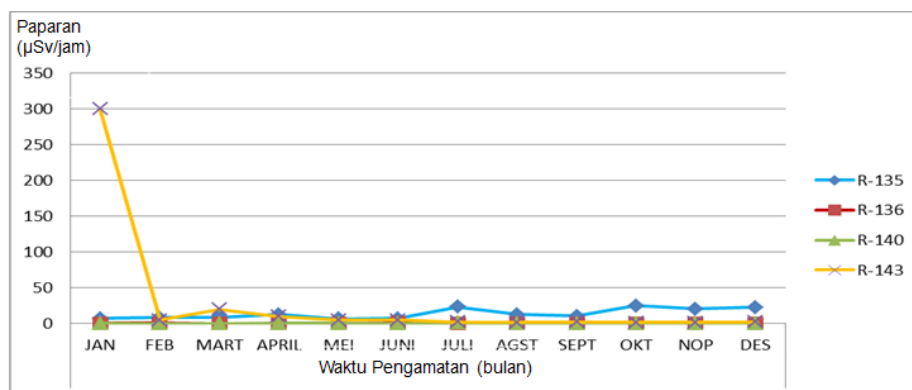
Paparan radiasi diukur menggunakan *surveymeter* terkalibrasi pada posisi yang telah ditentukan. Hasil pembacaan alat dikalikan Faktor Kalibrasi (FK) *surveymeter*, catat kedalam formulir Pemantauan Paparan Radiasi IRM. Pemantauan radioaktivitas di permukaan lantai daerah kerja IRM dilakukan secara tidak langsung dengan cara^[4] : cuplikan permukaan lantai diambil pada lokasi yang telah ditentukan, kemudian 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. Disamping itu untuk mengetahui perubahan yang signifikan dibandingkan juga dengan data pantau tahun 2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan untuk mengetahui tingkat radiasi dan kontaminasi dilakukan rutin minimal sekali dalam seminggu dan hasilnya dibandingkan dengan batasan yang diizinkan, agar segera dapat dilakukan tindakan proteksi radiasi yang diperlukan untuk melindungi pekerja radiasi dari bahaya radiasi dan kontaminasi. Paparan radiasi diukur menggunakan *surveymeter* γ dilakukan dengan cara mengarahkan kepala detektor ke medan radiasi. Hasil pengukuran paparan radiasi merupakan hasil kali skala pembacaan dengan Faktor Kalibrasi (FK) alat *surveymeter* γ tersebut. Pengukuran paparan radiasi γ yang dilakukan rutin, hasilnya dicatat dan dievaluasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Paparan radiasi γ laboratorium IRM tahun 2018

Ruang	Paparan Radiasi γ tertinggi ($\mu\text{Sv/jam}$)											
	JAN	FEB	MAR	ARR	MEI	JUN	JUL	AGST	SEPT	OKT	NOP	DES
R-135	7,100	8	9	12,8	6,8	7	23,47	12,7	10,752	24,885	20,558	22,575
R-136	0,300	0,500	0,197	0,22	0,190	0,950	0,241	0,130	0,263	0,284	0,158	0,315
R-140	0,420	0,145	0,130	0,630	0,270	0,112	1,087	0,080	0,063	0,315	0,158	0,116
R-143	300	4,700	20,1	9,8	4,8	5,1	2,35	1,400	2,205	1,470	1,785	1,974
Batasan (MPC)	Daerah tidak aktif (zona I)			Daerah Radiasi rendah (zona II)			Daerah radiasi sedang (zona III)			Daerah radiasi tinggi (zona IV)		
Tingkat radiasi (D)	Background			7,5 $\mu\text{Sv/jam} \leq D \leq 25 \mu\text{Sv/jam}$			25 $\mu\text{Sv/jam} \leq D \leq 3000 \mu\text{Sv/jam}$			$D \geq 3000 \mu\text{Sv/jam}$		



Gambar 2. Paparan radiasi γ laboratorium IRM tahun 2018

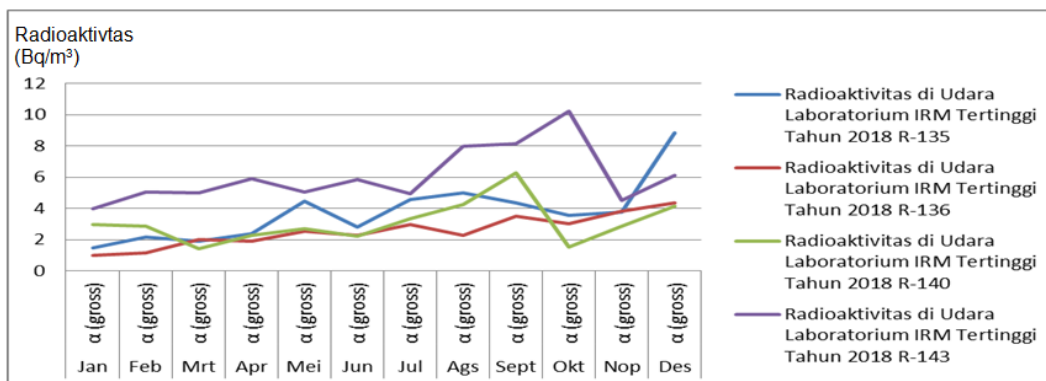
Paparan radiasi yang tertinggi selama bulan Januari 2018 di R 143 sebesar 300 $\mu\text{Sv/jam}$. Paparan radiasi γ di R-143 (Zona III) tersebut lebih rendah dari tahun 2017 sebesar 10000 $\mu\text{Sv/jam}$ [5], karena terdapat drum limbah hasil dekontaminasi *hot cell* 102. Paparan radiasi di R-143 tersebut tidak melebihi batasan yang diizinkan untuk Zona III ($\leq 3000 \mu\text{Sv/jam}$), namun demikian pada lokasi limbah tersebut diberi rantai kuning dan rambu bahaya radiasi agar pekerja radiasi dapat lebih waspada adanya bahaya radiasi. Pada bulan Februari sampai Desember 2018 paparan radiasi γ di R-143 telah rendah ($< 25 \mu\text{Sv/jam}$), karena drum limbah hasil dekontaminasi *hot cell* 102 telah dipindahkan ke tempat penampungan limbah radioaktif di *basement* (R-013).

Untuk mengetahui adanya kontaminasi di udara Laboratorium IRM, dilakukan pemantauan radioaktivitas α dan β di udara secara tidak langsung dengan mencuplik udara menggunakan kertas filter udara dengan debit hisap ± 60 liter per menit (lpm) selama 30 menit. Kemudian dilakukan pencacahan menggunakan alat *sample counter Ludlum 3030*. Selanjutnya dihitung radioaktivitas α maupun β secara *gross* dengan FK alat cacah Ludlum 3030 terhadap radiasi $\alpha = 2,74 \text{ Bq/ps}$ dan $\beta = 1,19 \text{ Bq/cps}$. Dari hasil pemantauan, diketahui bahwa radioaktivitas α (*gross*) di udara tertinggi (Tabel 2) selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Oktober 2018 di R-143 (Zona III) sebesar 10,224 Bq/m^3 , sedangkan pada Zona II seperti R-135, R-136 dan R-140 lebih rendah. Radioaktivitas α (*gross*) di udara laboratorium IRM selama tahun 2018 tersebut (10,224 Bq/m^3) lebih tinggi dari tahun 2017 di R-143 sebesar 8,527 Bq/m^3 [5]. Kegiatan pengoperasian IRM pada Bulan Oktober 2018 sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas α (*gross*) di udara laboratorium IRM. Radioaktivitas α udara selama pengoperasian IRM tahun 2018 tersebut, kemungkinan merupakan zat radioaktif alamiah berumur pendek yang berasal dari Po-218 yang merupakan turunan Radon-222 (dari dinding bangunan). Namun demikian

radioaktivitas α (gross) di udara laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah batasan yang diizinkan (20 Bq/m^3).

Tabel 2. Radioaktivitas α tertinggi di udara Laboratorium IRM Tahun 2018

Bulan	Radioaktivitas di udara (Bq/m^3)	Ruang			
		R-135	R-136	R-140	R-143
Jan.	α (gross)	1,445	0,987	2,988	3,987
Feb.	α (gross)	2,148	1,134	2,862	5,047
Mrt	α (gross)	1,889	1,985	1,427	5,018
Apr	α (gross)	2,390	1,875	2,266	5,91
Mei	α (gross)	4,473	2,558	2,686	5,022
Jun	α (gross)	2,809	2,28	2,211	5,823
Jul	α (gross)	4,550	2,978	3,332	4,939
Ags	α (gross)	5,006	2,290	4,230	7,977
Sept	α (gross)	4,331	3,498	6,294	8,149
Okt	α (gross)	3,559	3,03	1,497	10,224
Nop	α (gross)	3,751	3,809	2,854	4,534
Des	α (gross)	8,858	4,348	4,143	6,118
Batasan (MPC)	α (gross)	Daerah Radiasi rendah (zona II)		Daerah radiasi sedang (zona III)	
Radioaktivitas udara		< 20 Bq/m^3 (α)		$\leq 20 \text{ Bq/m}^3$ (α)	

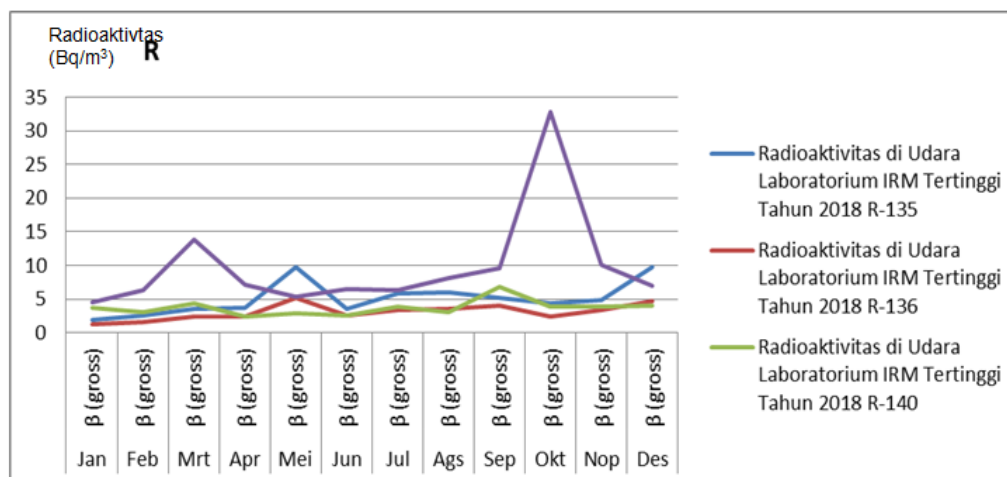


Gambar 3. Radioaktivitas α tertinggi di udara Laboratorium IRM Tahun 2018

Radioaktivitas β (gross) di udara tertinggi (Tabel 3) selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Oktober 2018 di R-143 (Zona III) sebesar sebesar $32,796 \text{ Bq/m}^3$, sedangkan pada Zona II seperti R-135, R-136 dan R-140 lebih rendah.

Tabel 3. Radioaktivitas β tertinggi di udara Laboratorium IRM Tahun 2018

Bulan	Radioaktivitas di udara (Bq/m^3)	Ruang			
		R-135	R-136	R-140	R-143
Jan	β (gross)	1,944	1,216	3,667	4,565
Feb	β (gross)	2,602	1,585	3,062	6,251
Mrt	β (gross)	3,604	2,442	4,41	13,808
Apr	β (gross)	3,746	2,37	2,345	7,12
Mei	β (gross)	9,784	5,171	2,963	5,367
Jun	β (gross)	3,543	2,53	2,546	6,443
Jul	β (gross)	5,761	3,387	3,951	6,264
Ags	β (gross)	6,062	3,471	3,119	8,103
Sep	β (gross)	5,265	4,016	6,85	9,601
Okt	β (gross)	4,398	2,416	3,932	32,769
Nop	β (gross)	4,818	3,37	3,865	10,082
Des	β (gross)	9,835	4,682	4,048	6,922
Batasan (MPC)	β (gross)	Daerah Radiasi rendah (zona II)		Daerah radiasi sedang (zona III)	
Radioaktivitas udara		$< 200 \text{ Bq/m}^3 (\beta/\gamma)$		$\leq 200 \text{ Bq/m}^3 (\beta/\gamma)$	

Gambar 4. Radioaktivitas β tertinggi di udara Laboratorium IRM Tahun 2018

Radioaktivitas β (gross) di udara laboratorium IRM selama tahun 2018 tersebut ($32,796 \text{ Bq/m}^3$) lebih tinggi dari tahun 2017 di R-143 sebesar $8,363 \text{ Bq/m}^3$ [5]. Kegiatan pengoperasian IRM pada Bulan Oktober 2018 sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas β (gross) di udara laboratorium IRM. Radioaktivitas β (gross), kemungkinan merupakan zat radioaktif alamiah

berumur pendek yang berasal dari Pb-214 dan Bi-214 yang merupakan turunan Radon-222 (dari dinding bangunan). Namun demikian β (gross) di udara laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah Batasan yang diizinkan (200 Bq/m^3).

Pemantauan radioaktivitas α dan β di permukaan lantai dilakukan dengan cara mengusap permukaan lantai (*smear test*) menggunakan *filter* pencuplik dengan luas usapan sebesar $\pm 100 \text{ cm}^2$, kemudian dicacah menggunakan *sample counter Ludlum 3030*. Hasil cacah tersebut dihitung radioaktivitas α maupun β secara *gross*, dengan FK radiasi $\alpha = 2,74 \text{ Bq/cps}$ dan $\beta = 1,19 \text{ Bq/cps}$. Dari hasil pemantauan, diketahui bahwa radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai tertinggi (Tabel 4) selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Nopember 2018 di R-135 (Zona II) sebesar $0,022 \text{ Bq/cm}^2$, sedangkan ruangan lainnya seperti R-136, R-140 dan R-143 lebih rendah.

Tabel 4. Radioaktivitas α (gross) tertinggi di permukaan lantai laboratorium IRM tahun 2018

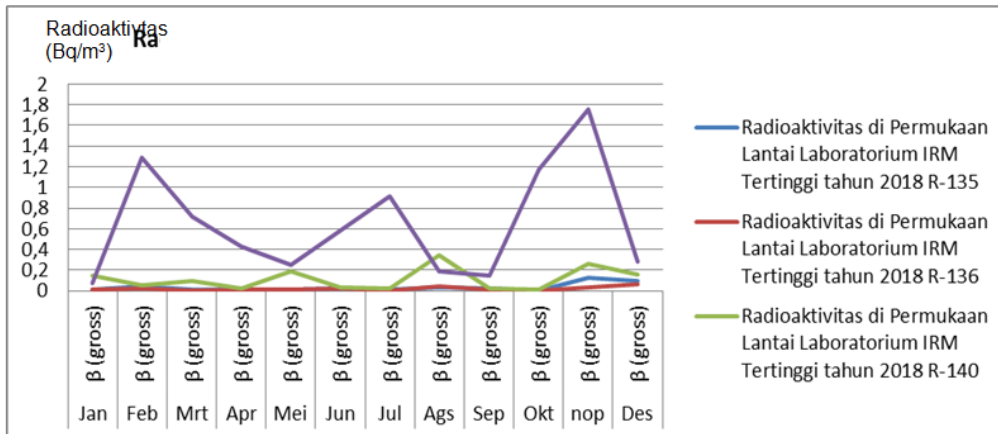
Bulan	Radioaktivitas di permukaan lantai (Bq/cm^2)	Ruang			
		R-135	R-136	R-140	R-143
Jan	α (gross)	0,001	0,001	0,002	0,002
Feb	α (gross)	0,001	0,001	0,002	0,002
Mrt	α (gross)	0,001	0,008	0,003	0,003
Apr	α (gross)	0,002	0,001	0,001	0,002
Mei	α (gross)	0,001	0,001	0,002	0,003
Jun	α (gross)	0,001	0,002	0,001	0,002
Jul	α (gross)	0,001	0,002	0,002	0,003
Ags	α (gross)	0,001	0,001	0,002	0,002
Sep	α (gross)	0,001	0,001	0,002	0,002
Okt	α (gross)	0,001	0,002	0,002	0,003
Nop	α (gross)	0,022	0,006	0,005	0,014
Des	α (gross)	0,003	Ttd	0,002	0,005
Batasan (MPC)	α (gross)	Daerah Radiasi rendah (zona II)		Daerah radiasi sedang (zona III)	
Radioaktivitas permukaan		$< 0,37 \text{ Bq/cm}^2(\alpha)$		$< 0,37 \text{ Bq/cm}^2(\alpha)$	

Radioaktivitas α (gross) tertinggi di permukaan lantai laboratorium IRM selama tahun 2018 tersebut ($0,022 \text{ Bq/cm}^2$) lebih rendah dari tahun 2017 di R-140 sebesar $0,044 \text{ Bq/cm}^2$ [5]. Pada bulan Nopember 2018, kegiatan pengoperasian IRM sama seperti bulan-bulan

sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM. Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah Batasan yang diizinkan ($< 0,37 \text{ Bq/cm}^2$). Radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai tertinggi (Tabel 5) selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Nopember 2018 di R-143 (Zona III) sebesar $1,752 \text{ Bq/cm}^2$, sedangkan ruangan lainnya seperti R-135, R-136, dan R-140 lebih rendah. Radioaktivitas β (gross) tertinggi di permukaan lantai laboratorium IRM selama tahun 2018 tersebut ($1,752 \text{ Bq/cm}^2$) lebih rendah dari tahun 2017 di R-143 sebesar $0,410 \text{ Bq/cm}^2$ [5]. Pada bulan Nopember 2018, kegiatan pengoperasian IRM sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM. Radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah batasan yang diizinkan ($< 3,7 \text{ Bq/cm}^2$). Radioaktivitas di permukaan lantai laboratorium IRM tahun 2018 tersebut tidak melebihi batasan yang diizinkan untuk zona II maupun zona III, oleh karena itu belum perlu dilakukan dekontaminasi.

Tabel 5. Radioaktivitas β (gross) tertinggi di permukaan lantai laboratorium IRM tahun 2018

Bulan	Radioaktivitas di permukaan lantai (Bq/cm^2)	Ruang			
		R-135	R-136	R-140	R-143
Jan	β (gross)	0,009	0,013	0,143	0,074
Feb	β (gross)	0,043	0,022	0,055	1,289
Mrt	β (gross)	0,012	0,007	0,093	0,715
Apr	β (gross)	0,011	0,009	0,026	0,427
Mei	β (gross)	0,01	0,01	0,187	0,255
Jun	β (gross)	0,027	0,02	0,038	0,586
Jul	β (gross)	0,015	0,005	0,028	0,914
Ags	β (gross)	0,037	0,047	0,341	0,187
Sep	β (gross)	0,027	0,012	0,027	0,15
Okt	β (gross)	0,007	0,007	0,014	1,175
Nop	β (gross)	0,132	0,039	0,262	1,752
Des	β (gross)	0,091	0,064	0,154	0,284
Batasan (MPC)	β (gross)	Daerah Radiasi rendah (zona II)		Daerah radiasi sedang (zona III)	
Radioaktivitas permukaan		$< 3,7 \text{ Bq/cm}^2 (\beta/\gamma)$		$< 3,7 \text{ Bq/cm}^2 (\beta/\gamma)$	



Gambar 5. Radioaktivitas β tertinggi di permukaan lantai Laboratorium IRM Tahun 2018

KESIMPULAN

Selama pengoperasian IRM, Paparan radiasi γ yang paling tinggi terjadi pada bulan Januari 2018 di R-143 (Zona III) sebesar $300 \mu\text{Sv/jam}$, tidak melebihi batasan yang diizinkan untuk Zona III ($\leq 3000 \mu\text{Sv/jam}$). Pada lokasi paparan radiasi γ tertinggi di R-143 terdapat drum limbah hasil dekontaminasi *hot cell* 102, namun telah diberi rantai kuning dan rambu bahaya radiasi agar pekerja radiasi dapat lebih waspada adanya bahaya radiasi. Drum limbah radioaktif tersebut telah dipindahkan ke *basement* R-013, sehingga pada bulan berikutnya paparan radiasi γ di R-143 telah rendah.

Radioaktivitas α (gross) di udara tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Oktober 2018 di R-143 (Zona III) sebesar $10,224 \text{ Bq/m}^3$, sedangkan pada ruangan lainnya lebih rendah. Kegiatan pengoperasian IRM pada bulan Oktober 2018 sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas α (gross) di udara laboratorium IRM. Namun demikian radioaktivitas α (gross) di udara laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah Batasan yang diizinkan (20 Bq/m^3). Radioaktivitas β (gross) di udara tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Oktober 2018 di R-143 (Zona III) sebesar sebesar $32,796 \text{ Bq/m}^3$, sedangkan pada ruangan lainnya lebih rendah. Kegiatan pengoperasian IRM pada Bulan Oktober 2018 sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas β (gross) di udara laboratorium IRM. Namun demikian radioaktivitas β (gross) di udara laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah batasan yang diizinkan (200 Bq/m^3).

Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Nopember 2018 di R-135 (Zona II) sebesar $0,022 \text{ Bq/cm}^2$,

sedangkan ruangan lainnya lebih rendah. Radioaktivitas α (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah batasan yang diizinkan ($< 0,37 \text{ Bq/cm}^2$). Radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai tertinggi selama kegiatan laboratorium IRM terjadi pada bulan Nopember 2018 di R-143 (Zona III) sebesar $1,752 \text{ Bq/cm}^2$, sedangkan ruangan lainnya lebih rendah. Pada bulan Nopember 2018, kegiatan pengoperasian IRM sama seperti bulan-bulan sebelumnya tidak ada pekerjaan signifikan yang dapat meningkatkan radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM. Radioaktivitas β (gross) di permukaan lantai laboratorium IRM tersebut selama tahun 2018 masih dibawah batasan yang diizinkan ($< 3,7 \text{ Bq/cm}^2$), oleh karena itu belum perlu dilakukan dekontaminasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa selama pengoperasian IRM tahun 2018, tingkat radiasi kontaminasi memenuhi ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. BAPETEN, Perka BAPETEN nomor 4 tahun 2013 tentang proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, 2013.
2. PTBBN, Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Radiometalurgi (IRM), Nomor Dok. KK32J009001, revisi 1, 2012.
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. Muradi, Evaluasi kegiatan Laboratorium Instalasi Radiometalurgi tahun 2017, Prosiding Hasil-hasil penelitian EBN Tahun 2017, ISSN 0854-5561, 2017.