



KL-006

EVALUASI DOSIS RADIASI INTERNA PEKERJA RADIASI PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA (PTRR) DARI TAHUN 2011 SAMPAI 2020

EVALUATION OF INTERNAL RADIATION DOSE OF PTRR RADIATION WORKERS FROM 2011 TO 2020

Rr. Djarwanti RPS, Adelili Hermana, Fath Priyadi, dan Hadirahman

ABSTRAK

Penerimaan dosis radiasi interna, baik secara langsung dengan *whole body counter* (WBC) maupun tidak langsung dengan pemeriksaan sampel urine selama 10 tahun akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh penerimaan dosis radiasi interna tersebut terhadap dosis seluruh tubuh. Penerimaan dosis radiasi interna tertinggi akan dianalisis kontribusinya terhadap dosis radiasi seluruh tubuh. Selanjutnya, akan dihitung kontribusi terendah dan tertinggi penerimaan dosis radiasi interna terhadap penerimaan dosis seluruh tubuh. Data dosis radiasi dimasukkan ke dalam rekapitulasi data penerimaan dosis radiasi interna dengan WBC dan sampel urine maksimum pekerja radiasi PTRR tiap bidang. Selanjutnya, dilakukan penelusuran pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi maksimum. Dosis radiasi interna maksimum WBC atau sampel urine akan ditambahkan pada penerimaan dosis radiasi seluruh tubuh atau eksternal. Dosis radiasi interna sekecil apapun memberikan kontribusi penambahan terhadap dosis radiasi seluruh tubuh dari 15,94% sampai 98,28%. Pekerja Radiasi yang bekerja di PTRR bekerja dengan aman, selamat, dan sehat.

Kata kunci : Dosis; Radiasi Interna; WBC; Sampel Urine; Dosis Seluruh Tubuh.

ABSTRACT

The reception of internal radiation doses, either directly with whole body counter (WBC) or indirectly by examining urine samples for 10 years will be analyzed to determine the effect of receiving the internal radiation dose on the whole-body dose. The highest received internal radiation dose will be analyzed for its contribution to the whole body radiation dose. Furthermore, the contribution of the lowest and highest internal radiation dose reception to the whole body dose reception will be calculated. Radiation dose data is entered into the recapitulation of internal radiation dose reception data with WBC and maximum urine sample of PTRR radiation workers for each field. Subsequently, radiation workers were searched who received the maximum radiation dose. The maximum dose of WBC or

R. D. R. P. Sudjarwo, A. L. Hermana, F. Priyadi, & Hadirahman

*Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran BRIN, e-mail: rrdj001@brin.go.id

@ 2023 Penerbit BRIN

R. D. R. P. Sudjarwo, A. L. Hermana, F. Priyadi, dan Hadirahman, "Evaluasi dosis radiasi interna pekerja radiasi Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) dari tahun 2011 sampai 2020," Dalam *Prosiding Seminar APISORA 2021 "Peran Isotop dan Radiasi untuk Indonesia yang Berdaya Saing,"* T. Wahyono, A. Citraresmini, D. P. Rahayu, Oktaviani, dan N. Robifahmi, Eds. Jakarta: Penerbit BRIN, November 2023, ch. 20, pp. 205–212, DOI: 10.55981/brin.690.c661, E-ISBN: 978-623-8372-02-7



urine sample will be added to the total body or external radiation dose received. The smallest dose of internal radiation contributes to the whole body radiation dose from 15.94% to 98.28%. Radiation workers who work at PTRR work safely, safely, and in good health.

Keywords: *Dosage, Internal Radiation, WBC, Urine Sample, Whole Body Dose.*

PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Radioisotop dan Radio-farmaka (PTRR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) berdasarkan Peraturan Kepala BATAN Nomor 16 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional nomor 14 Tahun 2013 [1] tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional merupakan salah satu unit kerja yang ada di lingkungan BATAN yang mempunyai tugas melaksanakan perumusan dan pengendalian kebijakan teknis, pelaksanaan dan pembinaan bimbingan di bidang teknologi produksi dan radioisotop. PTRR menyelenggarakan fungsi, sebagai berikut:

- 1) pelaksanaan urusan perencanaan, persuratan dan kearsipan, kepegawaian, keuangan, perlengkapan dan rumah tangga, dokumentasi ilmiah dan publikasi serta pelaporan;
- 2) pelaksanaan pengembangan teknologi produksi radioisotop;
- 3) pelaksanaan pengembangan teknologi produksi radiofarmaka;
- 4) pelaksanaan pengelolaan fasilitas proses radioisotop;
- 5) pelaksanaan pengendalian keselamatan kerja dan proteksi radiasi serta pengelolaan limbah;
- 6) pelaksanaan jaminan mutu; dan
- 7) pelaksanaan tugas lain yang diberikan oleh Deputi Bidang Pendayagunaan Teknologi Nuklir.

Struktur Organisasi Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) terdiri atas:

- 1) Bagian Tata Usaha;
- 2) Bidang Teknologi Radioisotop;
- 3) Bidang Teknologi Radiofarmaka;
- 4) Bidang Pengelolaan Fasilitas Proses
- 5) Bidang Keselamatan dan Pengelolaan Limbah;
- 6) Unit Jaminan Mutu; dan
- 7) Kelompok Jabatan Fungsional.

Bidang Keselamatan dan Pengelolaan Limbah menyelenggarakan fungsi:

- 1) pelaksanaan pemantauan keselamatan kerja, proteksi radiasi, dan koordinasi kedaruratan nuklir fasilitas; dan
- 2) pelaksanaan pengelolaan limbah fasilitas.



Bidang Keselamatan dan Pengelolaan Limbah terdiri atas:

- 1) Subbidang Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi (KKPR); dan
- 2) Subbidang Pengelolaan Limbah (PL).

Uraian tugas masing-masing Sub bidang :

- 1) Subbidang Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi mempunyai tugas melakukan pemantauan keselamatan kerja, proteksi radiasi, dan koordinasi kedaruratan nuklir fasilitas.
- 2) Subbidang Pengelolaan Limbah mempunyai tugas melakukan pengelolaan limbah radioaktif dan limbah B3 di fasilitas.

Dari uraian tugas tersebut maka tugas proteksi dan keselamatan radiasi berada di subbidang Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi (KKPR). Tugas subbidang KKPR terdiri dari pengendalian personel, pengendalian daerah kerja dan keselamatan kerja umum (non radiasi). Pengendalian personel di PTRR, terdiri dari pemantauan dosis radiasi personel, baik dosis radiasi eksternal [2] maupun internal [3], pemantauan tingkat kontaminasi personel, pemantauan penggunaan perlengkapan proteksi radiasi personel, pengendalian lalu lintas pekerja radiasi di Laboratorium Radioisotop dan Radiofarmaka (LRR) dan kalibrasi alat ukur radiasi. Pengendalian personel dilakukan oleh beberapa staf subbidang KKPR agar tugas yang ada dapat dibagi habis dan dapat dilaksanakan dengan baik sesuai profesi masing-masing staf sebagai Petugas Proteksi Radiasi (PPR).

Manajemen PTRR telah menyusun Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi [4] agar semua kegiatan di lingkungan PTRR dapat berjalan dengan aman dan selamat, baik pekerja radiasi yang berada di PTRR maupun pekerja non radiasi serta tamu dijamin aman dan selamat di tempat kerja PTRR.

Tugas pengendalian personel terdiri dari pemantauan dosis radiasi eksternal dan pemantauan dosis radiasi internal. Pemantauan dosis radiasi internal merupakan bagian dari pengendalian penerimaan dosis seluruh tubuh pekerja radiasi. Dosis radiasi internal dengan *whole body counter* (WBC) dan *sample urine* selanjutnya akan diinputkan pada penerimaan dosis radiasi seluruh tubuh sehingga dosis seluruh tubuh terdiri dari penjumlahan dosis radiasi eksternal dengan *thermoluminescent dosimeter* (TLD) dari dosis radiasi internal hasil pemeriksaan *sample urine* dan pemeriksaan tubuh pekerja radiasi dengan WBC.

Setiap pekerja radiasi PTRR wajib mengikuti pemeriksaan dosis radiasi internal dengan WBC minimal satu kali dalam satu tahun. Pemeriksaan dosis radiasi dengan WBC untuk setiap pekerja radiasi PTRR diperlukan karena sebagian besar pekerja radiasi PTRR bekerja dengan sumber radiasi terbuka. Penanganan sumber radiasi terbuka berpotensi menimbulkan penerimaan dosis radiasi internal.

Penerimaan dosis radiasi internal baik secara langsung dengan WBC maupun tidak langsung dengan pemeriksaan *sample urine* selama 10 tahun akan dianalisis



untuk mengetahui pengaruh penerimaan dosis radiasi interna tersebut terhadap dosis seluruh tubuh (baik ekstena maupun interna).

METODE PERCOBAAN

Bahan dan Alat

Pengendalian dosis radiasi personel, terdiri dari penerimaan dosis radiasi eksterna dengan TLD dan dosis radiasi interna baik secara langsung dengan WBC maupun dosis radiasi interna dengan pemeriksaan *sample urine* pekerja radiasi.

Tata Kerja

Penerimaan dosis radiasi interna tertinggi akan dianalisa kontribusinya terhadap dosis radiasi seluruh tubuh setiap tahun pada personel yang menerima dosis radiasi interna tertinggi tersebut. Selanjutnya, akan dihitung kontribusi terendah dan tertinggi penerimaan dosis radiasi interna terhadap penerimaan dosis seluruh tubuh.

Kecenderungan pengaruh kontribusi dosis radiasi interna terhadap dosis seluruh tubuh dilakukan dari data sepuluh tahun untuk memberikan keakuratan pengaruhnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut tahap kegiatan pemantauan dosis radiasi interna dengan WBC [3] di LRR.

- 1) Penyusunan daftar nama.
- 2) Pembuatan surat permohonan pemeriksaan WBC pekerja radiasi PTRR per triwulan.
- 3) Pembuatan surat undangan WBC.
- 4) Pemantauan pelaksanaan pemeriksaan WBC.
- 5) Penerimaan hasil pemeriksaan WBC dari PPIKSN.
- 6) Dokumentasi atau pencatatan data dosis radiasi interna pada kartu dosis.

Berikut tahap kegiatan pemantauan dosis interna dengan *sample urine* di LRR.

- 1) Penyusunan daftar nama pekerja yang akan diperiksa *sample urine*-nya.
- 2) Pembuatan surat permohonan pemeriksaan *sample urine* pekerja radiasi PTRR per triwulan.
- 3) Penyiapan wadah dan label wadah *sample urine*.
- 4) Pengumpulan *sample urine*.
- 5) Pengiriman *sample urine* ke PPIKSN.
- 6) Penerimaan hasil pemeriksaan *sample urine*.
- 7) Dokumentasi atau pencatatan data dosis radiasi interna pada kartu dosis.

Selanjutnya, Petugas Proteksi Radiasi (PPR) melakukan evaluasi dosis radiasi interna pekerja radiasi PTRR.



- 1) Menerima data dosis radiasi interna.
- 2) Menginput data pada formulir rekapitulasi dosis.
- 3) Menginput data pada kartu dosis elektronik.
- 4) Menginput data pada kartu dosis manual.
- 5) Menganalisa data dengan membandingkan dosis radiasi setiap pekerja radiasi dengan pembatas dosis per triwulan.
- 6) Jika terdapat ketidaksesuaian maka dilakukan perhitungan untuk manajemen penerimaan dosis radiasi pada triwulan selanjutnya.

Data hasil evaluasi disusun dalam laporan evaluasi dosis radiasi personel setiap tahun. Tabel 1 dan Tabel 2 pada lampiran menunjukkan rekapitulasi data penerimaan dosis radiasi interna dengan WBC dan *sample urine* maksimum pekerja radiasi PTRR tiap bidang.

Dalam melakukan analisis terhadap penerimaan dosis radiasi interna maka dilakukan penelusuran pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi maksimum, seperti terlihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Dosis Maksimum WBC dari Tahun 2011–2020 [5]

No	Tahun	Dosis maksimum (mSv)	Kode
1	2011	0,95	Moe
2	2012	2,20	B P
3	2013	1,70	B P
4	2014	0,50	B P
5	2015	0,15	B P
6	2016	0,13	B P
7	2017	0,35	Ma
8	2018	0,036	Hb
9	2019	0,11	A H G
10	2020	0,036	A F

Tabel 4. Dosis Maksimum Hasil Pemeriksaan *Sample Urine* dari 2011–2020 [6]

No	Tahun	Dosis maksimum (mSv)	Kode
1	2011	0,20	A A
2	2012	0,30	He
3	2013	0,20	He
4	2014	0,02	He
5	2015	0,01	Y S
6	2016	0,01	Sl
7	2017	0,02	Hb
8	2018	0,02	A R P
9	2019	0,02	E L
10	2020	0,02	A J



Dari data pada Tabel 3 dan 4 terlihat dalam kolom kode menunjukkan bahwa hanya terdapat satu kode yang sama, yaitu Hb. Pada Tabel 3 dosis maksimum WBC yang diterima dengan kode Hb terjadi pada tahun 2018, sedangkan Tabel 4 dosis maksimum hasil pemeriksaan *sample urine* yang diterima Hb pada tahun 2017. Hal ini menandakan bahwa penerimaan maksimum tidak terjadi pada satu orang yang sama dalam tahun yang sama sehingga penambahan atau akumulasi dosis seluruh tubuh tidak ditambahkan kepada dosis maksimum ekterna dan dosis interma maksimum, baik melalui pemeriksaan WBC maupun pemeriksaan *sample urine*. Dosis radiasi maksimum WBC atau *sample urine* akan ditambahkan pada penerimaan dosis radiasi seluruh tubuh atau ekterna sesuai dengan kode yang ada. Misal dosis radiasi maksimum WBC sebesar 2,20 mSv pada tahun 2012 hanya ditambahkan pada penerimaan dosis radiasi ekterna [7] atas personel dengan kode BP. Selanjutnya, perhitungan dilakukan dengan cara yang sama sehingga menghasilkan data sebagai berikut.

Tabel 5. Perhitungan Dosis Maksimum Seluruh Tubuh Setelah Penambahan Dosis Maksimum

No	Tahun	Kode	Dosis (mSv)
1	2011	Moe	$0,95 + 0,20 = 1,15$
2	2011	AA	$0,20 + 0,35 = 0,55$
3	2012	BP	$2,20 + 0,14 = 2,34$
4	2012	He	$0,30 + 2,52 = 2,82$
5	2013	BP	$1,70 + 0,03 = 1,73$
6	2013	He	$0,20 + 1,19 = 1,39$
7	2014	BP	$0,50 + 0,03 = 0,53$
8	2014	He	$0,02 + 1,74 = 1,76$
9	2015	BP	$0,15 + 0,03 = 0,18$
10	2015	YS	$0,01 + 4,94 = 4,95$
11	2016	BP	$0,13 + 0,06 = 0,19$
12	2016	SI	$0,01 + 6,26 = 6,27$
13	2017	Ma	$0,35 + 0,33 = 0,68$
14	2017	Hb	$0,02 + 1,11 = 1,13$
15	2018	Hb	$0,036 + 1,76 = 1,796$
16	2018	ARP	$0,02 + 0,80 = 0,82$
17	2019	AHG	$0,11 + 2,96 = 3,07$
18	2019	EL	$0,02 + 2,84 = 2,86$
19	2020	AF	$0,036 + 1,93 = 1,996$
20	2020	AJ	$0,02 + 0,38 = 0,40$

Jika dihitung persentasi pengaruh terendah dari dosis interna adalah $0,01: 6,27 \times 100\% = 15,95\%$ dan perhitungan persentase tertinggi adalah $1,70:1,73 \times 100\% = 98,27\%$ dibanding dengan dosis interna tertinggi 2,20 mSv yang memberikan pengaruh $2,20:2,34 \times 100\% = 94,02\%$.



KESIMPULAN

Hasil analisis pengaruh dosis radiasi interna, baik dari pemeriksaan seluruh tubuh pekerja radiasi dengan *Whole Body Counter* (WBC) maupun pemeriksaan *sample urine* terhadap penerimaan dosis radiasi seluruh tubuh dari tahun 2011 sampai 2020 memperlihatkan bahwa dosis radiasi interna sekecil apapun memberikan kontribusi penambahan terhadap dosis radiasi seluruh tubuh dari 15,94% sampai 98,28%.

Dosis radiasi seluruh tubuh maksimum 6,27 mSv ini tidak melebihi Nilai Batas Dosis (NBD) sebesar 20 mSv dan tidak melebihi Pembatas Dosis (*dose constrain*) sebesar 15 mSv [8] sehingga pekerja radiasi yang bekerja di PTRR bekerja dengan aman, selamat, dan sehat.

Pekerja radiasi yang terlibat dalam proses penelitian dan pengembangan radioisotop dan radiofarmaka yang langsung bekerja dengan sumber radiasi terbuka harus bekerja dengan lebih hati-hati agar dalam bekerja dengan radiasi tidak menimbulkan dosis radiasi interna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR), Koordinator Bidang Keselamatan dan Pengelolaan Limbah (KPL), Koordinator Subbidang Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi (KKPR), dan teman-teman Bidang Keselamatan dan Pengelolaan Limbah atas bantuan bapak/ibu hingga tersusunnya makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BATAN, "Peraturan Kepala BATAN Nomor 16 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional nomor 14 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional," Jakarta 2014.
- [2] Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, "SOP pemantauan dosis radiasi eksternal," Serpong, 2017.
- [3] Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, "SOP pemantauan dosis radiasi interna," Serpong, 2017.
- [4] Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, "Program proteksi dan keselamatan radiasi PTRR tahun 2015," Serpong 2015.
- [5] Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, "Rekapitulasi data dosis interna dengan WBC dari tahun 2011–2020," Serpong 2020.
- [6] Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, "Rekapitulasi data dosis pemeriksaan *sample urine* dari tahun 2011–2020," Serpong 2020.
- [7] Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, "Rekapitulasi data dosis eksternal tahun 2011–2020," Serpong, 2020.
- [8] Djarwanti, "Perhitungan dose constrain PTRR," Serpong, 2015.



LAMPIRAN

Tabel 1. Data dosis radiasi interna maksimum dari pemantauan dosis radiasi interna dengan *Whole Body Counter (WBC)* dari tahun 2011–2020 pekerja radiasi Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka.

No.	BIDANG	DOSIS RADIASI INTERNA MAXIMUM (m Sv)									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	TRI	0,95	2,20	1,70	0,09	0,15	0,13	0,00	0,036	0,05	0,030
2	TRF	0,36	1,60	0,55	0,00	0,02	0,00	0,35	0,032	0,014	0,036
3	PFPR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
4	KPL	0,00	0,00	0,52	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,011
5	UJM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 2. Data dosis radiasi interna maksimum dari pemeriksaan *sample urine* dari tahun 2011–2020 pekerja radiasi Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka.

No.	BIDANG	DOSIS RADIASI INTERNA MAXIMUM (m Sv)									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	TRI	0,00	0,30	0,20	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00
2	TRF	0,20	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
3	PFPR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
4	KPL	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,0
5	UJM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02