

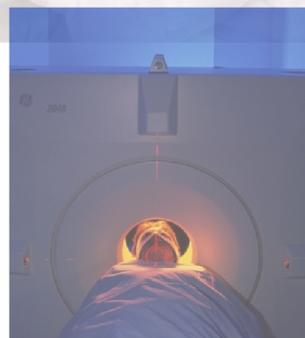


PROSIDING

PERTEMUAN ILMIAH RADIOISOTOP, RADIOFARMAKA, SIKLOTRON DAN KEDOKTERAN NUKLIR

Mochtar Riady Comprehensive Cancer Centre
Siloam Hospitals Semanggi - Jakarta
8 - 9 November 2013

*"Advanced Development of Radiopharmaceuticals,
Molecular Imaging and Targeted Radionuclide Therapy"*



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA**

GEDUNG 11, KAWASAN PUSPIPTEK, TANGERANG SELATAN, BANTEN
TELP/FAX : (021) 756 3141
email : prr@batan.go.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia dan hidayahNya sehingga prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2013 ini dapat disusun dan diterbitkan sesuai dengan tenggat waktu yang telah ditentukan oleh panitia. Seluruh makalah yang ada dalam prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang telah lolos proses seleksi yang dilakukan tim reviewer dan telah disampaikan dalam kegiatan Pertemuan Ilmiah Tahunan 2013 yang diselenggarakan pada tanggal 8 – 9 Nopember 2013 di Mochtar Riady Comprehensive Cancer Centre (MRCCC) Siloam Hospitals Semanggi, Jakarta.

Prosiding ini dimaksudkan untuk menyebarluaskan informasi berupa kajian dan hasil-hasil penelitian dan pengembangan di bidang radioisotop, radiofarmaka dan siklotron serta aplikasinya dalam bidang kesehatan maupun kedokteran nuklir di Indonesia. Sesuai dengan tema Pertemuan Ilmiah Tahunan 2013 “Advanced Development of Radiopharmaceuticals, Molecular Imaging and Targeted Therapy”, diharapkan prosiding ini dapat menjadi media bagi para peneliti, pemikir, pemerhati kesehatan untuk saling bertukar ide dalam perkembangan bidang kesehatan untuk mencapai kemandirian bangsa.

Prosiding ini tentu saja tidak luput dari kekurangan, namun dengan mengesampingkan kekurangan tersebut, terbitnya prosiding ini diharapkan dapat membantu para peneliti, pemikir dan pemerhati kesehatan dalam mencari referensi dan menambah motivasi untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir.

Jakarta, Desember 2013
Tim editor

PENASEHAT

Prof. DR. Dr Johan S Masjhur, SpPD-KEMD, SpKN	(PKNI/PKBNI)
Dr. A Hussein S Kartamihardha, SpKN, MHKes	(PKNI/PKBNI)
DR. Abdul Mutalib	(Universitas Padjajaran)

PENGARAH

Dra. Siti Darwati MSc	(PRR-BATAN)
Dr. Trias Nugrahadi, SpKN	(PKNI/PKBNI)

TIM EDITOR

Dr. Basuki Hidayat, SpKN	(RSHS-Bandung)
DR. Rohadi Awaluddin	(PRR-BATAN)
DR. Martalena Ramli	(PRR-BATAN)
Drs. Hari Suryanto, M.Sc	(PRR-BATAN)
Dr Resnaldy, SpKN	(PKNI/PKBNI)

Prosiding

Fath Priyadi, V. Yulianti Susilo, Wira Y. Rahman

LAPORAN KETUA PANITIA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas ijin-Nya Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2013 ini dapat terwujud. Penyelenggaraan Pertemuan Ilmiah Tahunan ini merupakan kolaborasi antara Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka - BATAN dan PKNI/PKBNI dengan mengangkat tema : "Advanced Development of Radiopharmaceuticals, Molecular Imaging and Targeted Radionuclide Therapy".

Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi perkembangan terbaru mengenai radiofarmaka, molecular imaging, dan targeted radionuclide therapy, meningkatkan intensitas interaksi antara pelaku kegiatan litbang di bidang radioisotop, radiofarmaka, dan siklotron dengan para klinisi Kedokteran Nuklir serta mitra industri, sehingga terbentuk kegiatan yang saling bersinergi dari tahap litbang sampai pada tahap pemanfaatannya secara luas khususnya dalam bidang kedokteran nuklir.

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa Kedokteran nuklir saat ini merupakan salah satu pelayanan kesehatan yang berperan penting dibidang kesehatan dan kedokteran di Indonesia yang dibuktikan dengan adanya peningkatan penggunaan modalitas diagnosis dan terapi di pusat pelayanan kedokteran nuklir beberapa rumah sakit di Indonesia baik rumah sakit pemerintah maupun swasta.

Pertemuan ilmiah tahunan 2013 ini dihadiri kurang lebih 200 orang dengan acara yang mencakup plenary session berupa presentasi dari keynote speaker yang berasal dari dalam maupun luar negeri, workshop dan presentasi secara oral dari peserta penyaji serta diskusi yang diikuti oleh lembaga litbang, mitra pengguna/rumah sakit maupun mitra industri, akademisi serta pengambil kebijakan.

Besar harapan kami kegiatan Pertemuan Ilmiah Tahunan ini dapat berlanjut untuk masa yang akan datang. Akhir kata, kami mohon maaf apabila ada kekurangan dalam penyelenggaraan kegiatan ini.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Ketua Panitia Pelaksana
Didik Setiaji

KATA SAMBUTAN
KEPALA PUSAT RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya sehingga acara Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2013 dapat dilaksanakan dengan baik sampai dengan terbitnya prosiding. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim Editor dan semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian prosiding ini.

Kami berharap prosiding ini dapat digunakan sebagai dokumentasi karya ilmiah para peneliti dan praktisi dalam bidang kesehatan khususnya kedokteran nuklir yang telah dipresentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2013 pada tanggal 8 – 9 Nopember 2013 di *Mochtar Riady Comprehensive Cancer Centre Siloam Hospitals Semanggi*, Jakarta. Pertemuan ilmiah ini mengangkat tema **“Advanced Development of Radiopharmaceuticals, Molecular Imaging and Targeted Therapy”** dengan melibatkan para peneliti dari Pusat Radioisotop Dan Radiofarmaka (PRR) dan beberapa Satker dilingkungan BATAN maupun perguruan tinggi, para praktisi kedokteran nuklir serta pembicara tamu dari luar negeri yaitu USA/Korea, Singapura, China dan Australia.

Harapan kami semoga prosiding ini dapat dijadikan referensi bagi berbagai pihak terutama para peneliti, pemikir dan pemerhati kesehatan dalam penelitian dan pengembangan radioisotop, radiofarmaka dan siklotron, serta aplikasinya dalam bidang kedokteran nuklir sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan bagi masyarakat luas.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Kepala Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka
Dra. Siti Darwati, M.Sc

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Penasehat, Pengarah, Tim Editor	ii
Laporan Ketua Panitia	iii
Kata Sambutan Kepala Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka	iv
Daftar Isi	v
Optimising Radiation Safety Practices in Nuclear Medicine Departement : a Study From Australian Hospital	1
<i>Nur Rahmah Hidayati</i>	
Unjuk Kerja Kolom Generator ⁹⁰Sr/⁹⁰Y Berbasis Fasa Diam Alumina	11
<i>Sulaiman, Adang H.G., Karyadi, Sri Aguswarini, A. Mutalib, Gatot S.</i>	
Penggunaan Ra-223 Dalam Targeted Alpha Therapy untuk Kanker Prostat	17
<i>Hilary Reinhart</i>	
Identifikasi Radionuklida Hasil Iradiasi Ytterbium Alam	26
Menggunakan Spektrometer Gamma	
<i>Triani W., Endang S., Umi NS., Triyanto, Sunarhadijoso S.</i>	
Simulasi Dosis Radial Sumber Brakiterapi Iridium-192 Tipe H-01	33
dengan Menggunakan MCNPX 2.6.0	
<i>Anik Purwaningsih</i>	
Penatalaksanaan Kesehatan untuk Pekerja Radiasi	39
yang Menerima Dosis Berlebih	
<i>Suhaedi Muhammad, Rr.Djarwanti, RPS, Rimin Sumantri</i>	
Elektroplating Nikel pada Keping Emas	44
untuk Produksi Radioisotop Cu-64 Menggunakan Cyclotron	
<i>Herlan Setiawan, Cahyana A, Daya Agung, M Subechi, Hotman L, Sriyono, Wira YR</i>	
Produksi Renium-188 Menggunakan Bahan Sasaran Tungsten Alam dan Diperkaya	51
<i>Indra Saptiama, Herlina, Hotman Lubis, Sriyono, Hambali</i>	
Kajian Keselamatan pada Pengawasan Proses Produksi ¹⁸FDG	59
di Rumah Sakit Kanker Dharmais	
<i>Rr.Djarwanti RPS, Rohmansyur, Hadirahman, Uteng, Herta, Nurhuda</i>	
Sintesis dan Uji Stabilitas Senyawa Nukleotida Bertanda [γ-³²P]ATP	64
<i>Wira Y Rahman, Endang Sarmini, Herlina, Triyanto, Hambali, Abdul Mutalib, Santi Nurbaiti</i>	
Optimasi Preparasi Nanopartikel Emas (AuNPs)	70
Terbungkus PAMAM Dendrimer Generasi 4	
<i>Anung Pujiyanto, Herlan Setiawan, Mujinah, Hotman Lubis, Dede K, Adang Hardi G, Rien Ritawidya, Abdul Mutalib</i>	

Validasi Parameter Medan Gaya Program ChemBio3D 11.0	78
untuk Disain Molekuler Senyawa Kompleks Radiofarmaka ^{99m}Tc	
<i>Maiyesni</i>	

KAJIAN KESELAMATAN PADA PENGAWASAN PROSES PRODUKSI ^{18}FDG DI RUMAH SAKIT KANKER DHARMAIS

Rr.Djarwanti RPS¹⁾, Rohmansyur²⁾, Hadirahman³⁾, Uteng⁴⁾, Herta⁵⁾, Nurhuda⁶⁾

^{1,2,3,4)} Pusat Radioisotop Dan Radiofarmaka (PRR),
Gedung 11 Kawasan Puspiptek – Serpong
^{5,6)} Rumah Sakit Kanker Dharmais

rrdjarwantirahayups@yahoo.co.id

ABSTRAK

KAJIAN KESELAMATAN PADA PENGAWASAN PRODUKSI ^{18}FDG DI RUMAH SAKIT KANKER DHARMAIS. Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka (PRR) dalam melakukan salah satu kegiatan penelitian dan pengembangan dalam bidang radioisotop dan radiofarmaka telah menjalin kerja sama dengan rumah sakit kanker Dharmais (RS Dharmais) yaitu dalam memproduksi fluoro-2-deoxy-d-glucose (^{18}FDG) dengan memanfaatkan Baby Cyclotron sebagai akselerator yang memproduksi radioisotop. Untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja radiasi baik yang melakukan kegiatan produksi ^{18}FDG maupun kegiatan kendali kualitas, telah dilakukan pengawasan dengan tujuan agar dosis radiasi yang diterimanya tidak melebihi nilai pembatas dosis maupun nilai batas dosis. Dari hasil pengawasan yang telah dilakukan terhadap dua orang pekerja radiasi untuk sekali proses dalam satu hari besarnya dosis radiasi yang diterima masing-masing adalah 0,0104 mSv dan 0,0181 mSv. Nilai ini ternyata masih jauh lebih kecil dari nilai batas dosis harian sebesar 0,08 mSv. Besarnya dosis yang diterima pekerja radiasi akan signifikan jika yang bersangkutan melakukan proses produksi ^{18}FDG lebih dari dua kali dalam sehari dan dalam tiga bulan lebih dari 90 kali.

Kata kunci : Produksi ^{18}FDG , pengawasan, keselamatan, dosis radiasi eksterna.

ABSTRACT

SAFETY STUDY ON ^{18}FDG PRODUCTION IN DHARMAIS CANCER HOSPITAL . Centre for radioisotope and radiopharmaceutical in conducting a research and development activities in the field of radioisotope and radiopharmaceutical has established cooperation with Dharmais cancer hospital (RS Dharmais) was in producing fluoro-2-deoxy-d-glucose (^{18}FDG) by utilizing Baby Cyclotron as an accelerator that produces radioisotopes . To ensure the safety and good health of radiation workers conducting ^{18}FDG production and quality control activities , monitoring has been carried out with the aim that the radiation dose received does not exceed the value of limiting the dose and dose limiting value . From the results of monitoring carried out against two people for radiation workers in one day once the magnitude of the radiation dose received by each was 0.0104 mSv and 0.0181 mSv . This value was still far less than the daily dose limit of 0.08 mSv . The amount of radiation dose received by workers will be significant if the relevant conduct ^{18}FDG production process was more than two times a day and in three months more than 90 times.

Keywords : ^{18}FDG production, supervision, safety, external radiation dose.

PENDAHULUAN

Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka (PRR) mempunyai tugas melakukan penelitian dan pengembangan dalam bidang radioisotop dan radiofarmaka [1]. Salah satu kegiatan penelitian dan pengembangan yang dilakukan di PRR bekerja sama dengan pihak rumah sakit kanker Dharmais (RS Dharmais) adalah produksi *fluoro-2-deoxy-d-glucose* (^{18}FDG) dengan memanfaatkan *Baby Cyclotron* milik RS kanker Dharmais sebagai akselerator yang memproduksi radioisotop.

Sistem proses produksi ^{18}FDG telah dibuat sebagai proses tertutup, membuat sistem ini relatif aman, karena pekerja radiasi (operator) yang melakukan proses produksi tidak langsung bersinggungan dengan sumber radiasi. Pengawasan proses dilakukan pada tahap yang diprediksi menyebabkan penerimaan dosis eksterna pada operator produksi ^{18}FDG dan operator uji jaminan kualitas produk. Pada tahapan ini pekerja radiasi (operator) bersinggungan langsung produk ^{18}FDG sehingga memungkinkan pekerja radiasi tersebut menerima paparan radiasi.

Tulisan ini akan mendiskusikan sistem pengawasan proses produksi ^{18}FDG dan perkiraan dosis radiasi eksterna yang diterima pekerja radiasi bagian produksi dan kendali kualitas, agar pekerja radiasi yang terlibat proses tersebut dapat mempertimbangkan pengaturan pekerjaan sehingga tidak menerima paparan radiasi melebihi *Dose constrain* yang ditentukan pemegang ijin dan tidak melebihi NBD yang ditentukan.

BAHAN DAN TATAKERJA

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pengawasan proses produksi ^{18}FDG ini adalah *surveymeter*, detektor kontaminasi dan *digital pendose*. Data yang ditunjuk oleh alat tersebut dicatat oleh

Petugas Proteksi Radiasi (PPR) pada formulir pengamatan sebagai data pengawasan proses produksi ^{18}FDG dan uji kualitas ^{18}FDG .

Tatakerja dalam pengawasan ini dilakukan secara berurutan terhadap proses adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sample untuk uji kualitas
2. Proses uji kualitas
3. Pengambilan sample untuk pasien
4. Proses pencacahan dan pengukuran tingkat kontaminasi
5. Proses dekontaminasi

Pada tiap proses dilakukan pengukuran paparan radiasi sumber ke operator. Pengukuran paparan dilakukan pada posisi operator bekerja agar besarnya paparan yang mengenai operator tepat terpantau dengan *surveymeter* yang digunakan.

POTENSI BAHAYA

Potensi bahaya yang diawasi oleh PPR adalah potensi bahaya paparan radiasi dan kontaminasi terhadap operator produksi ^{18}FDG dan operator uji kendali kualitas. Proses yang diawasi oleh PPR adalah :

1. Pengambilan sample untuk uji kualitas
2. Proses uji kualitas
3. Pengambilan sample untuk pasien
4. Proses pencacahan dan pengukuran tingkat kontaminasi
5. Proses dekontaminasi

Pengawasan dilakukan pada daerah kerja lokasi proses produksi ^{18}FDG berlangsung dan di Laboratorium Kendali Kualitas Rumah Sakit Kanker Dharmais. Proses penembakan target H_2O cair dengan kandungan O^{18} menjadi fluor dilakukan pada sistem *baby siklotron* dengan sistem tertutup[2]. Pada bagian ini tidak dilakukan pengawasan karena operator tidak langsung bersinggungan dengan sumber radiasi. Proses kimia untuk menghasilkan produk ^{18}FDG dilakukan dalam mesin

proses sehingga operator juga tidak bersinggungan langsung dengan sumber radiasi. Operator akan mendapat paparan radiasi ketika operator mengambil *sample* ^{18}F FDG yang akan diuji kualitas produknya. Operator proses produksi juga akan mendapat paparan radiasi ketika operator secara manual memindahkan produk ^{18}F FDG dari mesin proses ke *container* untuk didistribusikan kepada pasien.

Operator kendali kualitas yang melakukan uji produk ^{18}F FDG dengan mengambil 1/10 dari jumlah aktifitas hasil produksi walaupun demikian operator tersebut berpotensi terkena paparan langsung[2]. Pada proses uji kualitas dilakukan dalam *fume hood*, operator memegang wadah yang berisi ^{18}F FDG, pada proses ini operator menerima paparan radiasi langsung. Pengawasan selama proses uji dilakukan oleh PPR untuk mendapatkan data paparan radiasi selama operator uji kendali kualitas melakukan proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendalian dan pengawasan proses produksi ^{18}F FDG dilakukan oleh PPR di Laboratorim produksi ^{18}F FDG di RS kanker Dharmais. Pengendalian dan pengawasan ini dimaksudkan agar pekerja radiasi yang terlibat dalam kegiatan proses produksi ^{18}F FDG dan uji kualitas produk ^{18}F FDG tidak menerima dosis radiasi berlebih. Sebelum melakukan proses produksi ^{18}F FDG, PPR berkoordinasi dengan operator produksi dan operator uji kendali kualitas ^{18}F FDG RS Kanker Dharmais kemudian memberi pengarahan ketika proses produksi dan uji kendali kualitas berlangsung. Koordinasi diperlukan agar dapat diperkirakan penerimaan dosis radiasi setiap pekerja radiasi yang terlibat[4]. Tabel 1 berikut ini memperlihatkan paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi selama proses produksi ^{18}F FDG dan uji kendali kualitas.

Tabel 1. Data pemantauan paparan radiasi pada proses produksi ^{18}F FDG dan uji kualitas.

No	Jenis Kegiatan	Waktu Pelaksanaan	Lama kerja (Menit)	Laju Paparan (mR/jam)
PEKERJA RADIASI A				
01.	Mengambil sample uji kualitas	10.18-10.19	1	15
02.	Mengambil sample untuk pasien 1	10.44-10.45	1	6,0
03.	Mengambil sample untuk pasien 2	10.51-10.52	1	5,8
04.	Mengambil sample untuk pasien 3	11.03-11.04	1	5,6
05.	Mengambil sample untuk pasien 4	11.11-11.12	1	6,2
06.	Mengambil sample untuk pasien 5	11.18-11.19	1	5,8
07.	Mengambil sample untuk pasien 6	11.24-11.25	1	5,8
08.	Mengambil sample untuk penelitian	11.30-11.32	2	6,0
PEKERJA RADIASI B				
01.	Menurunkan sample dari <i>container</i>	10.20-10.21	1	1,2
02.	Mengambil sample dengan <i>syringe</i>	10.21-10.22	1	2,0
03.	Melakukan proses dalam <i>Fume hood</i>	10.22-10.28	6	3,0
04.	Menguji produk	10.28-10.30	2	1,2
05.	Mencacah produk	10.30-10.35	5	1,4
06.	Mengakhiri proses	10.35-10.38	3	0,8
07.	Melakukan dekontaminasi daerah kerja	10.38-10.45	7	10,0
08.	Mengukur tingkat kontaminasi	10.47-10.48	1	0,4

Dari tabel 1 terlihat bahwa potensi paparan radiasi terbesar dari rangkaian proses produksi ^{18}F FDG dan uji kendali kualitas ^{18}F FDG adalah :

1. Pengambilan sample oleh pekerja radiasi A, baik untuk sample uji kualitas maupun untuk pasien.

2. Pekerja radiasi B ketika melakukan dekontaminasi daerah kerja.
3. Pekerja radiasi B ketika melakukan proses dalam *fume hood*
4. Pekerja radiasi B ketika mengambil sample dengan *siringe*
5. Pekerja radiasi B ketika melakukan pencacahan produk ^{18}FDG
6. Pekerja radiasi B ketika mengambil sample dan menguji produk ^{18}FDG

Dengan diketahuinya besarnya paparan radiasi di daerah kerja serta lamanya waktu kerja, maka besarnya dosis radiasi (D) yang

diterima oleh pekerja radiasi dapat ditentukan dengan perumusan :

$$D = \frac{(\text{Paparasi Radiasi} \times \text{waktu kerja})}{6000} \dots (2)$$

Perkiraan besarnya dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi yang terlibat dalam proses produksi ^{18}FDG dan uji kualitas ^{18}FDG yang ditentukan berdasarkan pada Persamaan (2), dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan besarnya dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi pada proses Produksi ^{18}FDG dan uji kualitas ^{18}FDG .

No	Jenis Kegiatan	Lama kerja (Menit)	Laju Paparan (mR/jam)	Dosis (mSv)
PEKERJA RADIASI A				
01.	Mengambil sample uji kualitas	1	15	0,0025
02.	Mengambil sample untuk pasien 1	1	6,0	0,0010
03.	Mengambil sample untuk pasien 2	1	5,8	0,0010
04.	Mengambil sample untuk pasien 3	1	5,6	0,0009
05.	Mengambil sample untuk pasien 4	1	6,2	0,0010
06.	Mengambil sample untuk pasien 5	1	5,8	0,0010
07.	Mengambil sample untuk pasien 6	1	5,8	0,0010
08.	Mengambil sample untuk penelitian	2	6,0	0,0020
	TOTAL			0,0104
PEKERJA RADIASI B				
01.	Menurunkan sample dari <i>container</i>	1	1,2	0,0002
02.	Mengambil sample dengan <i>siringe</i>	1	3,0	0,0005
03.	Melakukan proses dalam <i>Fume hood</i>	6	3,0	0,0030
04.	Menguji produk	2	2,0	0,0007
05.	Mencacah produk	5	1,8	0,0015
06.	Mengakhiri proses	3	0,8	0,0004
07.	Melakukan dekontaminasi daerah kerja	7	10,0	0,0117
08.	Mengukur tingkat kontaminasi	1	0,6	0,0001
	TOTAL			0,0181

Perkiraan penerimaan dosis radiasi eksterna pekerja radiasi A dan B pada sekali proses produksi ^{18}FDG dalam satu hari adalah 0,0104 mSv dan 0,0181 mSv, atau sebesar 10,4 dan 18,1 μSv . Penerimaan dosis ini masih dibawah nilai batas dosis harian sebesar 0,08 mSv karena batas penerimaan dosis eksterna dalam 1 triwulan adalah 5 mSv[3]. Jika dalam sebulan pekerja radiasi tersebut melakukan 10 kali proses produksi ^{18}FDG sehingga dalam waktu 3 bulan melakukan

30 kali proses produksi ^{18}FDG , maka perkiraan dosis eksterna yang diterima pekerja tersebut adalah $10,4 \mu\text{Sv} \times 30 = 312 \mu\text{Sv} = 0,312 \text{ mSv}$ dan $18,1 \mu\text{Sv} \times 30 = 543 \mu\text{Sv} = 0,543 \text{ mSv}$.

Hal ini berarti, jika proses dilakukan dalam kondisi normal dengan paparan sekitar paparan yang terukur tersebut diatas, maka pekerja radiasi tidak menerima dosis melebihi batas yang ditetapkan BAPETEN.

Penerimaan dosis radiasi terhadap operator proses produksi akan memberikan nilai berarti jika operator tersebut melakukan proses lebih dari 2x proses produksi ^{18}FDG dalam sehari dan dalam tiga bulan lebih dari 90 kali proses produksi ^{18}FDG , maka penerimaan dosisnya sekitar 6x proses produksi dalam kondisi normal. Kemungkinan ini dapat terjadi jika dikemudian hari pasien yang membutuhkan ^{18}FDG akan semakin banyak, sehingga proses dapat dilakukan lebih dari 1x dalam satu hari.

Jika Pemegang izin akan menentukan *dose constrain* maka besarnya harus lebih besar dari 60 % dari NBD, karena pekerja radiasi tersebut dikatakan sudah melampaui nilai *dose constrain* jika ditetapkan kurang dari 60 %.

Dari data dalam tabel 1, perkiraan lama kerja pembuatan ^{18}FDG dan uji kualitas produk ^{18}FDG untuk 6 pasien sekitar 1 jam 15 menit. Jika dalam 1 hari dapat dilakukan 2 atau 3 kali proses pembuatan ^{18}FDG , maka perhitungan dosis radiasi eksterna harus diperhitungkan dengan cermat oleh PPR yang mengawasi proses produksi ^{18}FDG sehingga penerimaan dosis eksternanya dibatasi dibawah $10 \mu\text{Sv}$ per jam[3].

Analisa penerimaan dosis radiasi eksterna operator proses produksi ^{18}FDG dan operator uji kualitas ^{18}FDG dapat dilakukan oleh PPR dengan menambahkan penerimaan dosis radiasi eksternal operator tersebut dari pekerjaan lain diluar proses produksi ^{18}FDG dan uji kualitas ^{18}FDG .

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa : selama kondisi normal, pelaksanaan proses produksi ^{18}FDG di RS Dharmais memberikan paparan radiasi kecil terhadap operator. Perkiraan penerimaan dosis radiasi eksterna pekerja radiasi A dan

B pada sekali proses produksi ^{18}FDG dalam satu hari adalah $0,0104 \text{ mSv}$ dan $0,0181 \text{ mSv}$, atau sebesar $10,4 \mu\text{Sv}$ dan $18,1 \mu\text{Sv}$. Penerimaan dosis ini masih dibawah nilai batas harian $0,08 \text{ mSv}$.

Penerimaan dosis radiasi terhadap operator proses produksi akan memberikan nilai berarti jika operator tersebut melakukan proses lebih dari 2x proses produksi ^{18}FDG dalam sehari dan dalam tiga bulan lebih dari 90 kali proses produksi ^{18}FDG

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak RS Kanker Dharmais (Dokter Kardina) yang telah memberi ijin kepada penulis untuk melakukan pengawasan pada pelaksanaan proses produksi ^{18}FDG di fasilitas produksi ^{18}FDG di RSK Dharmais. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Kepala PRR dan kepala bidang Keselamatan PRR yang memberi ijin melakukan kegiatan ini di RSK Dharmais.

DAFTAR PUSTAKA

1. surat Keputusan Kepala BATAN Nomor 123/KA/VIII/2007, tentang Rincian Tugas Unit Kerja di Lingkungan BATAN, Jakarta, 2008.
2. Prosedur produksi FDG, RS kanker Dharmais, Jakarta, 2012.
3. Peraturan kepala Bapeten nomor 4 tahun 2013 Tentang Proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir.
4. Prosedur Pengendalian Personel, revisi 2, PRR, Kawasan Nuklir Serpong, Tangerang, 2011.