

Identifikasi Paparan Radiasi Antar Pekerja Radiasi Instalasi Kedokteran Nuklir pada Beberapa Rumah Sakit Periode 2018-2020

Adella Puspitasari, Herri S. Sastramihadja, Basuki Hidayat

Prodi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*adellapuspitasari25@gmail.com, herpst099@yahoo.com

Abstract. Nuclear Medicine is a medical service that uses radioactive for diagnostic and therapeutic purposes. Nuclear Medicine Services involves radiation workers to operate, both health workers and non-health workers. Radiation exposure received by a worker is not allowed to exceed the dosage limitation. The purpose of this research is to find out the description of radiation exposure in each of the profession and to assess if the radiation exposure is within the dosage limitation or exceeds it. The research design used is cross sectional observational descriptive. This research was conducted on Dr. Hasan Sadikin Central General Hospital, MRCCC Siloam Hospital Semanggi, Dr. Kariadi Central General Hospital, and Dharmas Cancer Hospital with a total sample of 100 people. Data were obtained from each of the hospital's radiation exposure records from 2018-2020. Data were grouped based on the professions and were calculated of its highest value, lowest value, mode, and mean. All professions were then categorized based on the value of their radiation exposures. This research was done after it was granted ethical clearance from the ethic committee. The results showed that in general, radiation exposure of all professions for three periods were low and were within safe boundaries. Cleaning services, nurses, and radiopharmacists received the highest average radiation exposure for three periods. Cleaning services, Nuclear Medicine Doctors, and radiopharmacists received the highest radiation exposure in a period. One cleaning service was in the prohibited exposure category (exceeding NBD) in a period. One Nuclear Medicine Doctor and two radiopharmacists were in the exposure limitation category (exceeding optimized exposure) in a period.

Keywords: *Nuclear Medicine, Radiation Protection, Radiation Exposure, Dosage Limitation*

Abstrak. Kedokteran Nuklir merupakan pelayanan kedokteran yang menggunakan radioaktif dengan tujuan diagnostik dan terapi. Pelayanan Kedokteran Nuklir melibatkan pekerja radiasi dalam pelaksanaannya, baik tenaga kesehatan maupun tenaga non-kesehatan. Paparan radiasi yang diterima oleh seseorang tidak boleh melampaui batasan nilai dosis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran paparan radiasi pada setiap profesi dan menilai apakah paparan radiasi dalam batas dosis atau melebihi batas dosis. Rancangan penelitian yang digunakan adalah memakai observational deskriptif potong lintang. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi, Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi, dan Rumah Sakit Kanker Dharmas dengan jumlah sampel 100 orang. Data diperoleh dari catatan paparan radiasi yang diambil dari tahun 2018-2020. Data disajikan dalam bentuk berkelompok berdasarkan jenis profesinya kemudian dihitung dari nilai tertinggi, nilai terendah, modus, dan meannya. Setiap profesi lalu digolongkan berdasarkan jumlah paparan radiasinya. Penelitian ini dilaksanakan setelah mendapat ethical clearance dari komisi etik penelitian kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum, paparan radiasi dalam tiga periode pada setiap profesi rendah dan masih dalam batas aman. Cleaning service, perawat, dan radiofarmasis menerima rata-rata paparan radiasi tertinggi dalam tiga periode. Cleaning Service, Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir, dan radiofarmasis menerima paparan radiasi tertinggi dalam satu periode. Satu pekerja Cleaning Service termasuk ke kategori paparan larangan (melebihi NBD) dalam satu periode. Satu Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir dan dua radiofarmasis termasuk ke kategori limitasi paparan (melebihi pembatas dosis) dalam satu periode.

Kata Kunci: *Kedokteran Nuklir, Proteksi Radiasi, Paparan Radiasi, Batasan Dosis.*

A. Pendahuluan

Kedokteran Nuklir merupakan pelayanan kedokteran yang menggunakan radioaktif yang terdiri dari radionuklida dan radiofarmaka dengan tujuan diagnostik dan terapi (1).

Pekerja yang terlibat dalam kegiatan penggunaan zat radioaktif tersebut disebut pekerja radiasi (2). Pekerja radiasi dapat berupa tenaga kesehatan dan non tenaga kesehatan. Tenaga kesehatan meliputi: analis kesehatan, petugas proteksi radiasi, dokter spesialis kedokteran nuklir, perawat, tenaga ahli, petugas proteksi radiasi, fisikawan medis, radiofarmasis, dan radiografer. Sedangkan non-tenaga kesehatan adalah pekerja rumah sakit yang bertugas untuk hal administrasi dan operasional rumah sakit, seperti staf keuangan, staf administrasi, tenaga keamanan, maupun tenaga kebersihan (1).

Penggunaan radiofarmaka dan radionuklida dapat menghasilkan radiasi bagi pasien maupun pekerja yang berada pada Instalasi Kedokteran Nuklir (2).

Setiap pekerja harus meminimalisir paparan radiasi yang didapat, karena zat radioaktif dapat menyebabkan efek yang merugikan bagi tubuh jika didapat dalam jumlah yang berlebihan.³ Pekerja harus menghindari radiasi berlebihan dengan cara mengusahakan keselamatan kerja dengan melakukan proteksi radiasi (5).

Salah satu upaya proteksi radiasi adalah dengan membatasi jumlah dosis radiasi yang didapat pada batas serendah mungkin, sehingga aman dalam segi kesehatan dan terhindar dari bahaya yang dapat ditimbulkan (6).

Dosis radiasi merupakan dosis yang diterima oleh setiap pekerja yang terpapar zat radioaktif. Dosis yang diterima oleh seseorang tidak boleh melampaui Nilai Batas Dosis yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) (6).

Untuk keperluan keamanan dan evaluasi bagi pekerja radiasi, dilakukan pengukuran dan pencatatan bagi setiap pekerja di Instalasi Kedokteran Nuklir yang didapat setiap tiga bulan dan dilaporkan setiap tahunnya oleh rumah sakit ke BAPETEN (6).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran paparan radiasi pada setiap profesi dan menilai apakah paparan radiasi dalam batas dosis atau melebihi batas dosis.

B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan metode observasional deskriptif dengan pendekatan potong lintang. Populasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah pekerja radiasi di Instalasi Kedokteran Nuklir di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi, Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi, dan Rumah Sakit Kanker Dharmais.

Dengan teknik pengambilan sampel yaitu Total Sampling diperoleh jumlah sampel penelitian sebanyak 100 pekerja. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan wawancara. Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknis analisis deskriptif.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tabel 1. Jumlah Paparan Radiasi Tertinggi, Terendah, Nilai Modus, dan Rata-Rata dalam Periode pada Setiap Profesi

No.	Profesi	Frekuensi (n=100)	Paparan Radiasi Tertinggi (mSV)	Paparan Radiasi Terendah (mSV)	Modus (mSV)	Mean	
						Nilai (mSV)	Kategori
1	Dokter Sp. KN	16	15,5	0	0	0,63	Rendah
2	Radiofarmasis	13	15,24	0	0	2,2	Rendah
3	Radiografer	15	7,73	0,97	0,2	1	Rendah
4	Perawat	10	5,7	0,93	1,4	2,7	Rendah
5	Fismed	4	1,95	0,3	1,1	0,65	Rendah
6	Analisis	3	1,85	0,04	0,5	0,5	Rendah
7	Residen	12	2	0,17	0,6	0,73	Rendah
8	Admin	21	1,51	0	0,2	0,4	Rendah
9	Cleaning service	5	1304,6	0,4	1,3	101,5	Tinggi
10	Satpam	1	1,03	0,22	1	0,7	Rendah

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Secara umum, paparan dosis radiasi pada setiap profesi yang bekerja di Instalasi Kedokteran Nuklir dalam batas aman, karena nilai rata-rata dan modus menunjukkan nilai dosis rendah.

Apabila dilihat dari nilai dosis tertinggi, *cleaning service* adalah profesi yang paling tinggi menerima dosis radiasi dibandingkan profesi lain, yaitu sebanyak 1304,6 mSV. Dokter dan radiofarmasis menerima dosis tertinggi setelah *cleaning service*, yaitu sebanyak 15,5 dan 15,24 mSV masing-masing.

Pada hasil dosis rata-rata, semua profesi menunjukkan nilai dosis rata-rata yang rendah, kecuali *cleaning service*.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Paparan Radiasi Berdasarkan Kelompok Profesi Tenaga Kesehatan dan non-Tenaga Kesehatan

No.	Profesi	Frekuensi	Pengelompokan Paparan Radiasi					
			Paparan Optimal (rendah) <10mSV		Paparan Limitasi (sedang) 10-20mSV		Paparan Larangan (tinggi) >20mSV	
			n	%	n	%	n	%
1	Tenaga Kesehatan	73	70	95,9	3	4,1	0	0
2	Non-Tenaga Kesehatan	27	26	96,3	0	0	1	3,7

73 tenaga kesehatan (95,9%) berada dibawah pembatas dosis, 3 orang (4,1%) dalam nilai batas dosis, dan 0% melebihi NBD. Sedangkan 25 non-tenaga kesehatan (96,3%) berada dibawah pembatas dosis, 0% berada dalam nilai batas dosis, dan 1 orang (3,7%) melebihi NBD.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Paparan Radiasi Berdasarkan Kelompok Profesi Tenaga Kesehatan

No.	Profesi	Frekuensi	Pengelompokan Paparan Radiasi					
			Paparan Optimal (rendah) <10mSV		Paparan Limitasi (sedang) 10-20mSV		Paparan Larangan (tinggi) >20mSV	
			n	%	n	%	n	%
1	Dokter Sp. KN	16	15	93,7	1	6,3	0	0
2	Perawat	10	10	100	0	0	0	0
3	Radiografer	15	15	100	0	0	0	0
4	Radiofarmasis	13	11	84,6	2	15,5	0	0
5	Fismed	4	4	100	0	0	0	0
6	Analisis	4	4	100	0	0	0	0
7	Residen	12	11	100	0	0	0	0

Tabel 3 menunjukkan bahwa dari 73 sampel tenaga kesehatan, Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir, 15 orang (93,7%) berada dibawah pembatas dosis dan 1 orang (6,3%) berada dalam nilai batas dosis.

11 radiofarmasis (84,6%) berada dibawah pembatas dosis dan 2 sisanya (15,5%) berada dalam nilai batas dosis.

Perawat, radiografer, fisikawan medis, analisis, dan residen dengan total 39 orang menunjukkan jumlah paparan dosis yang normal yaitu masih dibawah pembatas dosis atau kurang dari 10mSV.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Paparan Radiasi Berdasarkan Kelompok Profesi non-Tenaga Kesehatan

No.	Profesi	Frekuensi	Pengelompokan Paparan Radiasi					
			Paparan Optimal (rendah) <10mSV		Paparan Limitasi (sedang) 10-20mSV		Paparan Larangan (tinggi) >20mSV	
			n	%	n	%	n	%
1	Admin	21	20	100	0	0	0	0
2	Cleaning Service	5	4	80	0	0	1	20
3	Satpam	1	1	100	0	0	0	0

Tabel 4 menunjukkan bahwa dari 27 sampel non-tenaga kesehatan, 4 cleaning service (80%) berada dibawah pembatas dosis dan 1 orang (20%) melebihi NBD.

Admin, satpam, dan sekretaris dengan total 24 orang menunjukkan jumlah paparan dosis yang normal yaitu masih dibawah pembatas dosis atau kurang dari 10mSV.

Peneliti mengambil 100 sampel dari 4 rumah sakit yang termasuk kriteria inklusi. Dari 100 sampel tersebut, yang paling banyak adalah tenaga administrasi sebanyak 20 orang (20,4% dari populasi). Profesi lain dengan tenaga paling banyak adalah Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir sebanyak 16 orang, radiografer sebanyak 13 orang, radiofarmasis sebanyak 13 orang, residen 11 orang, dan perawat sebanyak 10 orang.

Hanya sedikit jumlah profesi lain yang tercatat dalam penelitian ini, yaitu ada lima *Cleaning Service*, empat fisikawan medis, tiga analis, dan satu satpam.

Tercatat lima *cleaning service* dan satu satpam pada satu rumah sakit, yaitu di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin. Dari keempat RS yang diambil oleh peneliti, hanya di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin dimana *cleaning service* dan satpam dianggap sebagai pekerja radiasi karena mempunyai catatan paparan radiasi. Hal ini harus ditinjau ulang, karena batasan pekerja radiasi adalah semua pekerja yang bekerja di Bagian Instalasi Nuklir, termasuk pekerja rumah sakit yang bertugas sebagai tenaga kebersihan dan tenaga keamanan.¹

Ada tiga analis yang tercatat dari Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin. Jumlah yang sedikit ini disebabkan karena analis bertugas untuk kegiatan di laboratorium dan juga pengambilan dan penyiapan spesimen, dan layanan tersebut termasuk layanan *in vitro*. Diantara empat rumah sakit yang diambil peneliti, hanya Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin yang menyediakan layanan *in vitro*, sehingga didapatkan 3 orang analis dari rumah sakit tersebut (2).

Sedikitnya jumlah tenaga fisikawan medis (empat orang) adalah karena dibutuhkan satu pekerja per masing-masing Instalasi Kedokteran Nuklir. satu rumah sakit memperkerjakan satu orang fisikawan medis, sehingga didapatkan empat pekerja.

Ada 12 orang Residen yang tercatat dari Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin. Jumlah tersebut merupakan jumlah yang lebih sedikit dari yang seharusnya. Hal tersebut disebabkan karena ada beberapa residen tidak tuntas menyelesaikan residensi nya sehingga tidak tercatat paparan radiasi nya pada tahun tertentu.

Dari 100 sampel yang diolah oleh peneliti, ditemukan bahwa secara umum, paparan dosis radiasi pada setiap profesi yang bekerja di Instalasi Kedokteran Nuklir masih dalam batas aman, karena nilai rata-rata dan nilai modus menunjukkan nilai dosis yang rendah yang berarti sebagian besar pekerja menerima dosis yang rendah setiap tahunnya.

Pada hasil dosis rata-rata, tidak ada profesi yang masuk golongan dosis limitasi. Ada satu profesi yaitu *cleaning service* yang melebihi NBD (>20mSV) dengan nilai rata-rata 101,5 mSV karena dipengaruhi oleh nilai tertinggi yang sangat besar. Meskipun hasil dosis radiasi pada *Cleaning Service* menunjukkan dosis rata-rata yang sangat tinggi, modusnya adalah 1,3 mSV, yang menunjukkan Sebagian besar paparan radiasi pada profesi tersebut mayoritas mendapat nilai rendah setiap tahunnya.

Cleaning service bertugas dalam membersihkan lingkungan RS di Instalasi Kedokteran Nuklir, termasuk ruangan bekas pakai penggunaan radiofarmaka dan radionuklida, sehingga kemungkinan pekerja tersebut terpapar zat radioaktif ketika sedang membersihkan ruangan bekas pakai tindakan pelayanan Kedokteran Nuklir yang dilakukan oleh dokter, radiofarmasis, radiografer, dan profesi lainnya. Selain dari faktor tugasnya, kesalahan teknis dari alat ataupun kelalaian pekerja juga dapat dipertimbangkan apabila adanya dosis yang melebihi NBD.

Setelah *cleaning service*, masih dalam dosis rendah, yang paling banyak menerima dosis radiasi adalah profesi perawat dengan jumlah paparan 2,7 mSV, dan radiofarmasis dengan jumlah paparan 2,2mSV. Dosis tersebut masih merupakan dosis aman. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kurnasih (9) yang melaporkan bahwa rerata tertinggi dosis radiasi yang didapat pekerja adalah radiofarmasis dan perawat.

Radiofarmasis bertugas dalam menyediakan radionuklida, radiofarmaka dan farmaka, mengevaluasi kualitas di laboratorium penyiapan (*hot lab*), memantau paparan radiasi di lingkungan kerja, mempersiapkan radionuklida untuk terapi, melakukan penandaan farmaka menjadi radiofarmaka, menyiapkan dosis radionuklida dan radiofarmaka untuk keperluan terapi dan diagnostik, melaporkan dosis radioaktivitas penggunaan zat radioaktif, mencatat jenis radiofarmaka yang dibuat, mengelola limbah radioaktif, serta menyimpan dan mengecek kualitas radionuklida dan farmaka (2).

Tugas radiofarmasis melibatkan banyak kegiatan yang berhadapan langsung dengan radionuklida dan radiofarmaka, sehingga meningkatkan kemungkinan radiofarmasis mendapat paparan dosis radiasi lebih tinggi dibandingkan profesi lainnya.

Nilai dosis rata-rata perawat lebih tinggi dibandingkan radiofarmasis. Hal ini dapat dijelaskan karena perawat bertugas memberikan radiofarmaka dan radionuklida ke pasien dan bertugas merawat pasien yang akan melakukan terapi maupun tindakan pemeriksaan. Perawat lebih banyak berinteraksi langsung dengan pasien dan juga banyak berhubungan langsung dengan pemberian zat radioaktif.

Dari nilai maksimum yang didapat pekerja selama 3 periode, yang paling banyak menerima paparan dosis terbanyak adalah *cleaning service*, dengan dosis sebanyak 1304,6 mSV yang jauh melebihi NBD yaitu >20 mSV. Hal ini perlu ditinjau ulang karena nilai dosis sangat jauh melebihi standar NBD.

Hasil wawancara peneliti dengan pekerja *cleaning service* tersebut mengungkapkan bahwa hasil pencatatan TLD yang sangat tinggi disebabkan karena pekerja menyimpan/meletakkan *film badge* di ruang limbah. TLD merekam paparan radiasi dari limbah radioaktif terus-menerus, yang seharusnya digunakan untuk merekam dosis paparan radiasi pada pekerja tersebut. Dengan demikian, nilai dosis yang sangat tinggi yaitu 1304,6 mSV pada seorang *cleaning service* tersebut bukan terjadi karena kecelakaan kerja, melainkan karena kesalahan penyimpanan TLD.

Dokter dan radiofarmasis menerima dosis tertinggi setelah *cleaning service*, yaitu sebanyak 15,5 dan 15,24 mSV masing-masing. Dosis tersebut masih dibawah NBD, namun melebihi pembatas dosis yaitu >10 mSV. Hasil penelitian ini sebagian sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Bilksa dkk¹³ yang melaporkan bahwa dosis tertinggi yang didapat pekerja adalah profesi Radiofarmasis dan Perawat.

Terdapat satu Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir yang berada pada dosis limitasi (15,5 mSV) dan juga lebih banyak daripada radiofarmasis, walaupun nilai rata-rata yang didaptkannya rendah (0,63 mSV). Hal ini dapat dijelaskan karena semua fungsi di bawah Dokter Sp. KN (radiofarmasis, radiografer, perawat, dll.) ada kemungkinan tugasnya dikerjakan juga oleh Dokter Sp. KN walaupun bukan tugas utamanya. Dokter tersebut kemungkinan mengerjakan prosedur kegiatan Kedokteran Nuklir sendiri, sehingga dosis maksimum yang diterima lebih banyak daripada yang seharusnya.

Selain faktor tersebut, tugas dan tanggung jawab Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir banyak melibatkan tindakan yang mengharuskan pemakaian zat radioaktif dan juga tindakan yang berhubungan langsung ke pasien. Tugas dan tanggung jawab tersebut seperti: mengevaluasi protap pelayanan kedokteran nuklir, melaksanakan dan mengevaluasi tindakan kedokteran nuklir, melakukan analisa terhadap pasien dan tindak Kedokteran Nuklir,

menentukan teknik pemeriksaan berdasarkan keperluan klinis, serta melaksanakan prosedur pemeriksaan dan terapi. Tugas-tugas di atas menyebabkan kemungkinan Dokter Sp. KN terpapar dosis radiasi lebih banyak dari profesi lainnya dalam satu waktu (4).

Terdapat satu radiofarmasis yang mendapat nilai pada batas dosis limitasi (15,24 mSV). Tingginya nilai dosis maksimum pada radiofarmasis adalah karena tugasnya yang sangat melibatkan penggunaan radionuklida dan radiofarmaka. Penggunaan zat radioaktif yang banyak dan sering dapat menjelaskan tingginya dosis radiasi pekerja dalam satu waktu. Hal ini didukung oleh nilai rata-rata radiofarmasis yang merupakan salah satu profesi yang mendapat dosis radiasi lebih tinggi dibandingkan profesi lain.

Berdasarkan dari distribusi frekuensinya, dari 100 sampel ditemukan 73 orang (95,9%) dari tenaga kesehatan berada dalam batas dosis dan 3 orang (4,1%) dalam nilai batas dosis, sedangkan untuk non-tenaga kesehatan 25 orang (96,3%) dalam nilai batas dosis dan 1 orang (3,7%) melebihi NBD. Hal ini menunjukkan bahwa tenaga kesehatan dan non-tenaga kesehatan sama-sama berisiko terpapar radiasi.

Dari 73 sampel tenaga kesehatan, Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir, 15 orang (93,7%) berada dibawah pembatas dosis dan 1 orang (6,3%) berada dalam nilai batas dosis. Dari 13 Radiofarmasis, 11 orang (84,6%) berada dibawah pembatas dosis dan 2 orang (15,5%) berada dalam nilai batas dosis. Perawat, radiografer, fisikawan medis, analis, dan residen dengan total 39 orang menunjukkan jumlah paparan dosis yang normal yaitu masih dibawah pembatas dosis atau kurang dari 10mSV. Radiofarmasis dan Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir adalah profesi yang lebih berisiko menerima dosis tahunan yang tinggi daripada profesi lain.

Dari 27 sampel non-tenaga kesehatan, 2 pekerja dari cleaning service (80%) berada dibawah pembatas dosis dan 1 pekerja (20%) melebihi NBD. Admin dan satpam dengan total 23 pekerja menunjukkan jumlah paparan dosis yang normal yaitu masih dibawah pembatas dosis atau kurang dari 10mSV. Hal ni perlu ditinjau ulang karena *cleaning service* tugasnya tidak berhubungan langsung dengan zat radioaktif.

Apabila dilihat dari nilai paparan radiasi setiap pekerja, Rumah Sakit Kanker Dharmais adalah rumah sakit yang menunjukkan paparan radiasi terendah dari keempat rumah sakit yang diambil peneliti. Nilai rata-rata setiap pekerja sangat rendah dan tidak ada pekerja yang termasuk ke golongan dalam paparan limitasi (10-20 mSV) ataupun paparan larangan/melebihi NBD (>20 mSV) dalam 3 periode (2018-2020).

Kebijakan proteksi radiasi dengan pembatasan dosis sudah baik, namun ada beberapa pekerja yang karena fungsi/pelayanannya banyak dan kuantitas pasien juga banyak sehingga harus melayani lebih banyak. Hal ini tidak menimbulkan masalah selama dosis per tahun terus dicatat dan apabila sudah lebih dari dosis aman maka dapat ditelusuri penyebabnya, dievaluasi kembali, dan lebih diperkuat program proteksi radiasi.

Dengan ditetapkannya pembatas dosis maka rumah sakit dapat melakukan upaya-upaya pengendalian penerimaan dosis bagi pekerja radiasi sehingga radiasi seminimal mungkin yang dapat dicapai.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Secara umum, paparan dosis radiasi dalam 3 periode pada setiap profesi rendah dan masih dalam batas aman
2. Cleaning service, perawat, dan radiofarmasis merupakan profesi yang menerima rata-rata paparan radiasi terbanyak dalam tiga periode dibandingkan dengan profesi lainnya.
3. Cleaning Service, Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir, dan radiofarmasis adalah profesi yang menerima paparan radiasi tertinggi dalam satu periode.
4. Satu pekerja Cleaning Service termasuk ke kategori paparan larangan (melebihi NBD) dalam satu periode.
5. Satu Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir dan dua radiofarmasis termasuk ke kategori paparan limitasi (melebihi pembatas dosis) dalam satu periode.

Acknowledge

Terimakasih kepada Prof. DR. Herri Sastramihardja dr., SpFK(K) sebagai Pembimbing I dan Dr. Basuki Hidayat, dr., Sp.KN(K) sebagai pembimbing II, yang dalam penyusunan skripsi ini telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran selama berlangsungnya penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Terimakasih kepada direktur utama, kepala Instalasi Kedokteran Nuklir, dokter, sekretaris, dan staff dari Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi, Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi, dan Rumah Sakit Kanker Dharmais yang telah mengizinkan dan membantu untuk dapat menjalankan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Kotler P. *Manajemen Pemasaran [Internet]*. Jakarta: Indeks; 2005. Available from: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=618936>
- [2] Djaslim S. *Intisari Pemasaran dan Unsur-unsur Pemasaran*. Bandung: Linda Karya; 2003.
- [3] Durianto D. *Strategi Menaklukkan Pasar Melalui Riset Ekuitas dan Perilaku Merek*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2001.
- [4] A. Shimp T. Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Peraturan Kepala badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 17 Tahun 2012 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Kedokteran Nuklir. 2012.
- [5] Kementerian Kesehatan. Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 008/Menkes/SK/I/2009 tentang Standar Pelayanan Kedokteran Nuklir di Sarana Pelayanan Kesehatan.
- [6] Mayani AN, Basari. Evaluation on requirements of nuclear medicine facility building. In: AIP Conference Proceedings. American Institute of Physics Inc.; 2019.
- [7] Filano R, Hidayanto E, Arifin Z. Analisa Tingkat Kontaminasi Dosis Nuklir Dan Laju Paparan Radiasi Pada Instalasi Kedokteran Nuklir. *Youngsters Physics Journal*. 2014 Oct;3(4):317–28.
- [8] Lailun Nisa U, Gunawan G, Arifin Z, Eko Hidayanto, et al. Analisis tingkat kontaminasi permukaan daerah kerja dan laju paparan radiasi pada Instalasi Kedokteran Nuklir. Vol. 6, *Youngster Physics Journal*. 2017.
- [9] Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01/Ka-Bapeten/V-99 Tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi.
- [10] Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 Tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. 2013.
- [11] Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 Tentang Keselamatan Radiasi Pengan dan Keamanan Sumber Radioaktif.
- [12] Kunarsih E. Penetapan Pembatas Dosis Dan Peranannya dalam Upaya Optimisasi Proteksi Radiasi Bagi Pekerja Radiasi di Fasilitas Kedokteran Nuklir. 2017.
- [13] International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP*. 2007;37(2.4):2.
- [14] Kemenkes RI. Pedoman dan Standar Etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Nasional. Kementerian Kesehatan RI. 1–158. 2017.
- [15] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2015 Tentang Penetapan Nilai Tingkat Tunjangan Bahaya Radiasi Bagi Pegawai Negeri Sipil Yang Bekerja Sebagai Pekerja Radiasi Di Bidang Kesehatan.
- [16] Piwowarska-Bilska H, Supinska A, Listewnik MH, Zorga P, Birkenfeld B. Radiation doses of employees of a nuclear medicine department after implementation of more rigorous radiation protection methods. *Radiat Prot Dosimetry*. 2013 Nov;157(1):142–5.
- [17] Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Prosedur Perizinan Petugas Instalasi Dan Bahan Nuklir (Puk/ Dpibn /01).
- [18] *Periklanan Promosi: Aspek Tambahan Komunikasi Pemasaran Terpadu*. 5th ed. Jakarta: Erlangga; 2000.