

Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi pada Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND

Aprizka Smartalova Syahda^{1,*}, Dian Milvita¹, Heru Prasetyo²

¹Laboratorium Fisika Nuklir, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

²Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Jakarta Selatan, 12440

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 25 Agustus 2020
Direvisi: 22 Oktober 2020
Diterima: 18 November 2020

Kata kunci:

instalasi radiologi
laju dosis radiasi
pekerja radiasi
proteksi radiasi
survey meter fluke

Keywords:

*radiology installation
radiation dose rate
radiation worker
radiation protection
survey meter fluke*

Penulis Korespondensi:

Aprizka Smartalova Syahda
Email: aprizka.smartalova@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang penerapan proteksi radiasi pada pekerja radiasi di Instalasi Radiologi RS Naili DBS, RS Selaguri dan RS UNAND. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi, mengestimasi efek yang diterima pekerja radiasi serta mengevaluasi penerapan prinsip proteksi radiasi bagi pekerja radiasi. Pada penelitian digunakan data sekunder untuk dosis radiasi perorangan pekerja radiasi dan data primer untuk laju paparan radiasi di instalasi radiologi menggunakan *survey meter fluke* dengan tegangan pesawat sinar-X 80 kV. Hasil penelitian menunjukkan dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi pada ketiga rumah sakit dalam waktu 3 bulan di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yaitu (0-0,46) mSv dengan acuan NBD berdasarkan Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013 yaitu 20 mSv dalam satu tahun. Efek radiasi yang diterima pekerja radiasi diperkirakan efek stokastik karena dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi rendah. Penerapan proteksi radiasi terkait waktu, jarak, dan penggunaan perisai radiasi ruang memenuhi standar BAPETEN No. 4 Tahun 2013, akan tetapi penggunaan APD sebagai perisai diri belum mengikuti standar.

A research on the application of protection from radiation has been done in the radiology installation at Naili DBS Hospital, Selaguri Hospital, and University of Andalas Hospital. This study aims to evaluate the radiation dose received by radiation workers, to estimate the effect of the radiation to the radiation workers and to evaluate the principal application of radiation protection to radiation workers. The research uses primary data for the radiation exposure rate in radiology installation by using survey meter fluke with 80 kV of X-ray energy and secondary data for the radiation dose for each individual. The result shows that the radiation dose received by the radiation workers on the aforementioned hospitals are below the Dose Limits (NBD) based on Perka BAPETEN No. 4 of 2013, which is (0–0.46) mSv for 3 months compared to 20 mSv for year which is the maximum amount allowed. The radiation effect sustained by the radiation workers is projected to be stochastic, due to the low rate of radiation dose rate. The application of radiation protection related to time, distance and the usage of a radiation shield meets the required standard of BAPETEN, but the usage of personal protective equipment as a self-defence mechanism has not met the required standard yet.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Radiasi merupakan suatu cara perambatan energi melalui materi dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau partikel. Radiasi terdiri dari radiasi pengion dan radiasi non pengion, radiasi pengion dapat mengionisasi materi yang dilaluinya. Radiasi pengion apabila mengenai jaringan tubuh manusia secara berlebihan maka dapat menimbulkan efek-efek yang merugikan. Efek-efek yang merugikan ini dapat diminimalisir dengan menerapkan aspek-aspek proteksi radiasi selama berada di sekitar sumber radiasi. Evaluasi penerapan proteksi radiasi dan pemantauan laju dosis radiasi perorangan secara berkala diperlukan untuk meminimalisir kemungkinan efek radiasi pengion dan meningkatkan keselamatan pekerja radiasi.

Penelitian perlu dilakukan untuk meningkatkan kesadaran pekerja radiasi akan pentingnya proteksi radiasi dalam meminimalisir efek negatif yang ditimbulkan radiasi pengion seperti kematian sel atau perubahan pada fungsi sel baik sel genetik maupun sel somatik yang menjadi penyebab kanker. Penelitian meliputi evaluasi dosis radiasi perorangan, estimasi efek radiasi, dan penerapan tiga prinsip proteksi radiasi terkait pengaturan waktu, pengaturan jarak, dan penggunaan perisai radiasi. Evaluasi penerapan proteksi difokuskan pada pekerja radiasi di instalasi radiologi karena pekerja radiasi memiliki frekuensi yang lebih besar untuk berinteraksi dengan sumber radiasi dan diperkirakan menerima dosis radiasi lebih besar dibandingkan pegawai rumah sakit yang lain dan masyarakat umum.

Penelitian mengenai estimasi efek radiasi pengion telah dilakukan oleh Mayerni dkk. (2013). Penelitian dilakukan pada pekerja radiasi di RSUD Arifin Achmad, RS Santa Maria, dan RS Awal Bros Pekanbaru menggunakan data hasil pemeriksaan laboratorium kesehatan, hasil pembacaan dosis radiasi perorangan tahun 2008-2011, dan hasil wawancara. Hasil penelitian menunjukkan tidak ditemukan efek radiasi karena kadar leukosit dalam batas normal dan dosis radiasi perorangan masih di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang ditetapkan dalam SK No. 01/Ka-BAPETEN/V-99. Penelitian mengenai estimasi efek radiasi pengion juga dilakukan oleh Utari dkk. (2014) pada radioterapis RSUP Dr. M. Djamil Padang. Penelitian menggunakan pocket dosimeter, TLD *badge*, dan TLD-100 selama ± 1 bulan. Hasil penelitian menunjukkan dosis radiasi yang diterima radioterapis di bawah NBD dalam Perka BAPETEN Nomor 3 Tahun 2013. Efek radiasi yang mungkin ditimbulkan adalah efek stokastik karena dapat terjadi sekalipun pada dosis rendah, efek dapat berupa kanker atau cacat pada keturunan.

Penelitian terkait pemantauan dosis radiasi perorangan pada pekerja radiasi rumah sakit dilakukan oleh Sathiyana dkk. (2016). Penelitian menggunakan data sekunder hasil pembacaan TLD dan film *badges* pekerja radiasi tahun 1979-2013. Hasil penelitian menunjukkan dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi masih di bawah NBD dalam ICRP-60 tahun 1990. Besar dosis radiasi yang tercatat menunjukkan bahwa kemungkinan efek yang diterima adalah efek stokastik.

Ancila dan Hidayanto (2016) telah melakukan pengukuran dosis radiasi eksternal yang diterima pekerja radiasi dan pengukuran efektivitas perisai radiasi pada instalasi radiologi dental panoramik. Pengukuran dilakukan pada saat ekspose menggunakan surveymeter babyline. Hasil penelitian menunjukkan dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi dental panoramik masih dalam batas aman. Persentase efektivitas perisai radiasi diruang operator cukup baik yaitu 82,29%, tetapi pada pintu ruangan tidak cukup baik yaitu 12,24%.

II. METODE

Penelitian dilakukan di instalasi radiologi rumah sakit Kota Padang yaitu RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah laju paparan radiasi sebelum dan sesudah melewati dinding perisai radiasi di ruangan pesawat sinar-X konvensional instalasi radiologi Rumah Sakit (RS), pengukuran laju paparan radiasi menggunakan surveymeter fluke. Data sekunder yang digunakan adalah laju dosis radiasi yang diperoleh dari Laporan Hasil Uji (LHU) pemantauan Dosis radiasi perorangan dengan TLD *badge* pekerja radiasi pada tahun 2019 diantaranya periode Agustus–Oktober pada RS Naili DBS, periode Juli–September pada RS Selaguri dan periode Juni–Agustus pada RS UNAND.

2.1 Evaluasi Dosis Radiasi Perorangan Pekerja Radiasi

Dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan diambil berdasarkan TLD *badge* yang digunakan masing-masing pekerja radiasi. TLD *badge* pekerja radiasi RS Naili DBS dan pekerja radiasi RS Selaguri dikirimkan ke Nuklindo Lab sedangkan TLD *badge* RS UNAND dikirimkan ke PTKMR BATAN per tiga bulan oleh pihak rumah sakit untuk dilakukan pembacaan dosis radiasi terukur, karena TLD *badge* merupakan dosimeter pasif yang tidak bisa dibaca langsung. Hasil pembacaan dosis radiasi pekerja radiasi disajikan dalam LHU, kemudian pendataan ulang dilakukan untuk mengelompokan masing-masing pekerja radiasi berdasarkan kelompok rumah sakit yang akan dievaluasi, selanjutnya dilakukan perbandingan antara akumulasi dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan dengan NBD yang ditetapkan dalam Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013. Dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan disajikan dalam bentuk grafik.

2.2 Estimasi Efek Radiasi

Berdasarkan data dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi pada LHU dapat dilakukan estimasi efek radiasi yang diterima pekerja radiasi. Efek radiasi yang diperkirakan dapat berupa efek stokastik dan efek deterministik. Efek stokastik dapat terjadi tanpa mengenal dosis ambang, efek dapat terjadi pada penerimaan dosis rendah selama selang waktu tertentu, sedangkan efek deterministik dapat terjadi apabila telah melewati dosis ambang berdasarkan Perka BAPETEN Nomor 6 Tahun 2010. Apabila dosis yang diterima pekerja radiasi dalam rentang 3 bulan tidak melebihi dosis ambang pada Perka BAPETEN No.6 Tahun 2010 maka kemungkinan efek yang diterima pekerja radiasi adalah efek stokastik, sementara apabila dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi melebihi dosis ambang maka pekerja radiasi kemungkinan akan menerima efek deterministik.

2.3 Evaluasi Penerapan Prinsip Proteksi Radiasi

Evaluasi penerapan prinsip proteksi radiasi terkait pengaturan jarak, pengaturan waktu, dan penggunaan perisai radiasi. Pengaturan jarak berdasarkan posisi pekerja radiasi selama penyinaran dan berdasarkan laju dosis radiasi yang lolos melewati dinding ruang pesawat sinar-X. Pengaturan waktu berdasarkan waktu kerja yang digunakan pekerja radiasi selama 3 bulan dan berdasarkan akumulasi dosis paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan pada LHU. Penerapan penggunaan perisai radiasi dilihat dari penggunaan perisai diri dan perisai ruangan. Penggunaan perisai diri dilihat berdasarkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) selama penyinaran berlangsung dan penggunaan dosimeter *badge* selama berada di sekitar sumber radiasi, dan penggunaan perisai radiasi ruang dievaluasi berdasarkan nilai koefisien serapan linier dan efektifitas perisai radiasi yang didapatkan dari hasil pengukuran laju dosis radiasi sebelum dan sesudah melewati dinding perisai radiasi ruang pesawat sinar-X. Nilai koefisien serapan linier perisai radiasi dapat ditentukan menggunakan persamaan (1). Nilai persentase efektifitas perisai radiasi ditentukan menggunakan persamaan (2).

$$D = \dot{D}_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

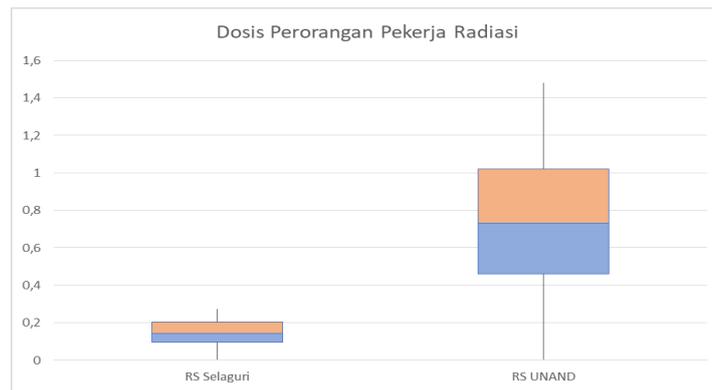
$$\text{efektivitas} = \frac{\dot{D}_0 - \dot{D}}{\dot{D}_0} 100\% \quad (2)$$

\dot{D} adalah laju dosis radiasi sinar-X setelah melalui bahan perisai (mSv/jam), \dot{D}_0 adalah laju dosis radiasi sinar-X sebelum melalui bahan perisai (mSv/jam), μ adalah koefisien serapan linier bahan perisai radiasi sinar-X (cm^{-1}), x adalah tebal bahan perisai (cm).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Evaluasi Dosis Radiasi Perorangan Pekerja Radiasi

Evaluasi dosis radiasi perorangan pekerja radiasi bertujuan untuk mengetahui nilai dosis perorangan yang diterima pekerja radiasi memenuhi standar BAPETEN terkait NBD 5 mSv atau tidak. Evaluasi dilakukan berdasarkan nilai dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Dosis perorangan pekerja radiasi

Gambar 1 menunjukkan dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi RS Selaguri dan RS UNAND berada dibawah NBD yaitu (0,046-0,46) mSv dalam waktu 3 bulan dengan NBD yang digunakan 20 mSv dalam satu tahun berdasarkan Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013. Hasil menunjukkan tidak ada dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi RS Naili DBS dalam periode ini, hal ini tidak mungkin terjadi karena pada saat pengukuran laju paparan radiasi menggunakan *surveymeter fluke* terdeteksi nilai laju paparan radiasi yang lolos melewati dinding operator 0,1 μ Sv/jam pada saat penyinaran dilakukan. Laju dosis radiasi pada TLD *badge* pekerja radiasi merupakan akumulasi tiap penyinaran pasien dalam waktu 3 bulan. Hal ini dapat disebabkan beberapa faktor seperti dosimeter sensitif karena pemakaian TLD yang kurang tepat, atau bisa juga disebabkan karena nilai TLD *badge* user lebih rendah dibandingkan TLD *background* sehingga nilai TLD *user* atau TLD yang digunakan pekerja radiasi dinolkan oleh lembaga yang melakukan pembacaan TLD. Nilai dosis perorangan pada TLD *badge* hanya yang kurang dapat dibaca satu kali setelah pemakaian, karena setelah dilakukan pembacaan TLD oleh TLD *reader* biasanya pihak laboratorium dosimetri mereset kembali TLD *badge* agar dapat digunakan kembali sehingga data dosis yang tersimpan sebelumnya tersimpan otomatis akan hilang. Hal ini menyebabkan pengecekan ulang untuk nilai dosis perorangan pada pekerja radiasi RS Naili DBS periode ini tidak dapat dilakukan. Hal ini dapat menjadi evaluasi kedepannya bagi pihak RS Naili DBS terkait penggunaan TLD *user* dan TLD *background* agar dosis perorangan pada TLD pekerja radiasi dapat terbaca dengan benar.

3.2 Estimasi Efek Radiasi

Estimasi efek radiasi pada pekerja radiasi dilakukan bertujuan untuk memperkirakan efek yang diterima pekerja radiasi berdasarkan dosis perorangan yang diterima dalam jangka waktu 3 bulan, estimasi efek radiasi disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Estimasi efek radiasi

Nama Rumah Sakit	Inisial Pekerja Radiasi	Laju Dosis (mSv/3bulan)	Efek Radiasi	
			Efek Stokastik	Efek Deterministik
RS Naili DBS	DA	0	Tidak	Tidak
	SC	0	Tidak	Tidak
	HD	0	Tidak	Tidak
	N	0	Tidak	Tidak
	R	0	Tidak	Tidak
	YA	0	Tidak	Tidak
RS Selaguri	RZ	0,046	Ya	Tidak
	NA	0,05	Ya	Tidak
	L	0,068	Ya	Tidak
RS UNAND	DA	0,32	Ya	Tidak
	TH	0,27	Ya	Tidak
	RW	0,26	Ya	Tidak
	FH	0,21	Ya	Tidak
	IZ	0,25	Ya	Tidak
	ES	0,46	Ya	Tidak
	DN	0,24	Ya	Tidak
	HZ	0,27	Ya	Tidak
	VS	0,29	Ya	Tidak

Berdasarkan Tabel 1 pekerja radiasi RS Naili DBS diperkirakan tidak menerima efek radiasi karena dosis radiasi yang diterima berdasarkan hasil pembacaan TLD *badge* 0 mSv dalam 3 bulan, dan untuk pekerja radiasi RS Selaguri dan RS UNAND diperkirakan menerima efek stokastik karena dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi jauh dibawah dosis ambang efek deterinistik pada Perka BAPETEN No.6 Tahun 2010. Serendah apapun dosis radiasi yang diterima, selalu ada peluang untuk terjadinya perubahan pada sistem biologik baik pada tingkat molekul maupun sel (Hiswara, 2015). Hasil penelitian yang sama dengan penelitian yang dilakukan Utari, dkk. (2014), efek radiasi yang diterima radioterapis RSUP Dr. M. Djamil Padang diperkirakan efek stokastik karena laju dosis radiasi yang diterima radioterapis di bawah NBD yang ditetapkan BAPETEN.

3.3 Evaluasi Penerapan Prinsip Proteksi Radiasi

Evaluasi penerapan proteksi radiasi oleh pekerja radiasi dilakukan berdasarkan evaluasi jarak, waktu dan perisai radiasi. Berdasarkan hasil wawancara dengan pekerja radiasi dan berdasarkan pengamatan langsung, selama penyinaran berlangsung pekerja radiasi selalu berada di luar ruang pesawat sinar-X dan memastikan pintu ruang pesawat sinar-X dalam kondisi tertutup rapat. Hasil laju paparan radiasi yang lolos melewati dinding perisai radiasi ruang pesawat sinar-X pada jarak 0 cm dari dinding luar ruang pesawat sinar-X RS Naili DBS berada dalam rentang (0,099-0,369) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, pada RS Selaguri berkisar antara (0,099-0,198) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, dan untuk RS UNAND berada dalam rentang (0,198-0,594) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Hal ini menunjukkan pekerja radiasi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND berada dalam jarak aman karena laju paparan radiasi yang lolos melewati dinding ruang pesawat sinar-X dalam rentang rendah berdasarkan akumulasi laju dosis radiasi selama 3 bulan tidak melebihi NBD pada Perka BAPETEN No.4 Tahun 2013.

Evaluasi penerapan proteksi radiasi terkait pengaturan waktu oleh pekerja radiasi dilihat dari hasil wawancara, hasil menunjukkan pekerja radiasi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND memiliki waktu selama 7 jam per hari untuk berada di sekitar daerah sumber radiasi. Waktu yang digunakan oleh pekerja radiasi telah memenuhi standar berdasarkan akumulasi laju dosis yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan masih jauh dibawah NBD pada Perka BAPETEN No.4 Tahun 2013. Evaluasi penerapan proteksi radiasi bagi pekerja radiasi terkait penggunaan penggunaan APD sebagai perisai diri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data penggunaan APD pekerja radiasi

Rumah Sakit	Inisial Pekerja Radiasi	Alat Pelindung Diri (APD)				TLD <i>badge</i>
		Apron	Kacamata Pb	Tirai Pb	Sarung Tangan Pb	
RS Naili DBS	DA	x	x	x	x	✓
	SC	x	x	x	x	✓
	HD	x	x	x	x	✓
	N	x	x	x	x	✓
	R	x	x	x	x	✓
RS Selaguri	YA	x	x	x	x	✓
	RZ	x	x	x	x	✓
	NA	x	x	x	x	✓
RS UNAND	L	x	x	x	x	✓
	DA	x	x	x	x	✓
	TH	x	x	x	x	✓
	RW	x	x	x	x	✓
	FH	x	x	x	x	✓
	IZ	x	x	x	x	✓
	ES	x	x	x	x	✓
DN	x	x	x	x	✓	
	HZ	x	x	x	x	✓
	VS	x	x	x	x	✓

- ✓ : digunakan pekerja radiasi
 x : tidak digunakan pekerja radiasi

Berdasarkan Tabel 2 pekerja radiasi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND tidak menggunakan APD selama berada di sekitar sumber radiasi karena selama proses penyinaran berlangsung pekerja radiasi sudah merasa aman berada di balik dinding perisai radiasi yang dilapisi bahan Pb yang mampu meminimalisir radiasi dengan baik. APD digunakan pekerja radiasi apabila

pasien membutuhkan pendamping di dalam ruang penyinaran seperti pasien anak-anak. Penggunaan dosimeter TLD *badge* oleh pekerja radiasi ketiga rumah sakit pada umumnya sudah memenuhi syarat.

Evaluasi perisai ruangan pesawat sinar-X dilakukan berdasarkan koefisien serapan linier dan persentase efektivitas perisai radiasi. Koefisien serapan linier didapatkan dari hasil pengukuran laju paparan radiasi menggunakan Persamaan 1. Koefisien serapan linier dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Koefisien serapan linier perisai radiasi

Rumah Sakit	Titik Pengukuran	Tebal bahan perisai Pb (cm)	\dot{D}_0 ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	\dot{D} ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	μ (cm^{-1})
RS Naili DBS	1-2	0,25	1009,8	0,099	36,92
	3-4	0,2	851,4	0,099	45,30
	5-6	0,25	6039	0,099	44,07
	7-8	0,25	2376	0,396	34,80
RS Selaguri	1-2	0,2	1128,6	0,099	46,71
	3-4	0,2	86,13	0,198	30,38
	5-6	0,2	2079	0,099	49,76
	7-8	0,2	131,67	0,099	35,96
RS UNAND	1-2	0,2	64,251	0,594	23,42
	3-4	0,15	69,201	0,396	34,42
	5-6	0,2	117,711	0,198	31,94
	7-8	0,2	65,241	0,594	23,49
	9-10	0,2	316,602	1,188	27,93

Tabel 3 menunjukkan nilai koefisien serapan linier pada saat penyinaran menggunakan pesawat sinar-X konvensional dengan energi 80 kV di Instalasi Radiologi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND. Dinding ruang pesawat sinar-X RS Naili DBS memiliki nilai koefisien serapan lebih tinggi yaitu dalam rentang (34,80-45,30) cm^{-1} , dikarenakan ketebalan Pb yang digunakan di RS Naili adalah (0,20-0,25) cm, begitu juga dengan RS Selaguri yang memiliki ketebalan Pb 0,2 cm dengan koefisien serapan linier perisai radiasi (30,38-49,74) cm^{-1} , dan RS UNAND dengan ketebalan Pb pada dinding ruang pesawat sinar-X (0,15-0,2) cm memiliki koefisien serapan linier (23,42-34,42) cm^{-1} . Secara umum, dinding ruang pesawat sinar-X RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND memiliki perisai radiasi berbahan Pb. Tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Atmojo (2009), nilai koefisien serapan linier perisai radiasi bahan Pb untuk energi 80 kV dan ketebalan Pb 0,15 cm adalah 24,04 cm^{-1} .

Persentase efektivitas perisai radiasi diperoleh dari hasil pengukuran dosis paparan radiasi dan menggunakan Persamaan 2. Nilai persentase efektivitas perisai radiasi digunakan untuk melihat kekuatan perisai radiasi yang digunakan dalam menyerap radiasi, persentase efektivitas perisai radiasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Persentase efektivitas perisai radiasi

Rumah Sakit	Titik Pengukuran	\dot{D}_0 ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	\dot{D} ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Efektivitas perisai radiasi (%)
RS Naili DBS	1-2	1009,8	0,099	99,99
	3-4	851,4	0,099	99,99
	5-6	6039	0,099	100
	7-8	2376	0,396	99,98
RS Selaguri	1-2	1128,6	0,099	99,99
	3-4	86,13	0,198	99,77
	5-6	2079	0,099	99,99
	7-8	131,67	0,099	99,92
RS UNAND	1-2	64,251	0,594	99,08
	3-4	69,201	0,396	99,43
	5-6	117,711	0,198	99,83
	7-8	65,241	0,594	99,09
	9-10	316,602	1,188	99,62

Berdasarkan Tabel 4 nilai persentase efektivitas perisai radiasi pada dinding ruangan pesawat sinar-X RS Naili DBS berkisar antara (99,98-100)%, persentase efektivitas perisai radiasi dinding ruangan pesawat sinar-X RS Selaguri berkisar (99,77-99,99)%, persentase efektivitas perisai radiasi

RS UNAND berada dalam rentang (99,08-99,83)%, nilai persentase tersebut menunjukkan kemampuan perisai radiasi dalam meminimalisir radiasi yang lolos melewati dinding ruangan pesawat sinar-X dalam keadaan yang cukup baik, karena sudah mendekati 100%. Berbeda dengan penelitian Ancila dan Hidayanto (2016), persentase efektivitas perisai radiasi pada pintu ruangan tidak cukup baik yaitu 12,24%, tetapi diruang operator sudah cukup baik karena mendekati 100% yaitu 82,29%.

IV. KESIMPULAN

Dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi RS Naili DBS, RS Selaguri dan RS UNAND berada di bawah NBD yang ditetapkan dalam Perka BAPETEN No 4 Tahun 2013 yaitu dalam rentang (0-0,46) mSv dalam waktu 3 bulan. Estimasi efek radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi Naili DBS tidak dapat dilakukan karena hasil pembacaan dosis radiasi perorangan belum akurat, untuk pekerja radiasi RS Selaguri dan RS UNAND diperkirakan menerima efek stokastik. Penerapan tiga prinsip proteksi ketiga rumah sakit terkait pengaturan waktu, jarak dan perisai radiasi ruangan memenuhi standar BAPETEN, tetapi penggunaan APD sebagai perisai diri belum memenuhi standar BAPETEN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Instalasi dan Staf Radiologi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ancila, C., dan Hidayanto E., Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada Instalasi Radiologi Dental Panoramik, *Youngster Physics Journal*, 5(4), 441-450 (2016).
- Atmojo, S.M., Karakterisasi Panel Perisai Radiasi Sinar-X Diagnostik, *Jurnal Perangkat Nuklir*, 3(5), 26-31 (2009).
- Hiswara, E., Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit, (BATAN Press, Jakarta, 2005), hal 16-17.
- Mayerni, Ahmad A., dan Abidin, Z., Dampak Radiasi Terhadap Kesehatan Pekerja Radiasi di RSUD Arifin Achmad, RS Santa Maria dan RS Awal Bros Pekanbaru, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 7(1), 114-127 (2009).
- Personal Dose Reports in Medical Radiation Occupational Workers From An Oncology Center, *International Journal of Radiation Research*, 14(2), 143-148 (2016).
- Utari, M., Milvita, D., Nuraeni, N., dan Yuliati, H., Analisis Dosis Radiasi terhadap Radioterapis Menggunakan Pocket Dosemeter, TLD Badge, dan TLD-100 di Instalasi Radioterapi RSUP Dr. M. Djamil Padang Studi Kasus (Mei-Oktober 2014), *Jurnal Fisika UNAND*, 3(4), 262-268 (2014).