

Analisis Pemantauan Dosis Efektif Jaringan Paru-Paru pada Pekerja Radiasi Menggunakan Thermoluminescent Dosimeter (TLD) di RSUD A.W. Sjahranie Samarinda

Erlin Rappan, Rahmawati Munir, Erlinda Ratnasari Putri*

Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman
Jl. Barong Tongkok No. 4, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75123

*Email korespondensi : erlinda.putri@fmipa.unmul.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v21i3.17384>

Submitted: 07 September 2023; Accepted: 21 Desember 2023

ABSTRAK- *Thermoluminescent Dosimeter (TLD)* merupakan dosimeter perorang untuk mengukur paparan radiasi pada pekerja radiasi yang dapat menangkap dan menyimpan energi radiasi yang mengenai kemudian memancarkannya dalam bentuk cahaya ketika dipanaskan serta dapat dikonversi menjadi dosis radiasi. TLD bertujuan untuk mengukur paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan nilai dosis efektif jaringan paru-paru pada Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir tahun 2018-2021 di RSUD A.W. Sjahranie Samarinda. Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan teknik analisis kuantitatif, yaitu statistik deskriptif. Teknik analisis ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari hasil rekapan nilai dosis serap di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir. Pengolahan data dilakukan dengan mengalikan nilai dosis ekuivalen dengan faktor bobot jaringan paru-paru. Hasil perhitungan tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik dosis efektif paru-paru terhadap tahun dan jenis instalasi. Berdasarkan penelitian ini, secara umum nilai dosis efektif jaringan paru-paru tertinggi hingga terendah berasal dari Instalasi Radioterapi, Kedokteran Nuklir, dan Radiologi. Hal ini sesuai dengan teori yang ada di berbagai referensi.

KATA KUNCI: *Dosis Efektif, Kedokteran Nuklir, Radiologi, Radioterapi, TLD*

ABSTRACT- *The Thermoluminescent Dosimeter (TLD)* is a personal dosimeter for measuring radiation exposure to radiation workers which can capture and store incident radiation energy and then emit it in the form of light when heated and can be converted into radiation dose. TLD aims to measure radiation exposure received by radiation workers. The aim of this research is to determine the effective dose value of lung tissue in the Radiology, Radiotherapy and Nuclear Medicine Installation in 2018-2021 at A.W. Regional Hospital. Sjahranie Samarinda. Data processing in this research was carried out using quantitative analysis techniques, namely descriptive statistics. This analysis technique uses secondary data obtained from the recapitulation of absorbed dose values in Radiology, Radiotherapy and Nuclear Medicine Installations. Data processing is carried out by multiplying the equivalent dose value by the lung tissue weight factor. The results of these calculations are visualized in the form of a graph of effective lung dose against year and type of installation. Based on this research, in general the highest to lowest effective dose values for lung tissue come from Radiotherapy, Nuclear Medicine and Radiology Installations. This is in accordance with the theory in various references.

KEYWORDS: *Effective Doses, Nuclear Medicine, Radiology, Radiotherapy, TLD*

PENDAHULUAN

Radiasi adalah suatu cara penyebaran energi dari suatu sumber energi ke lingkungannya tanpa memerlukan perantara. Salah satu bentuk energi yang dipancarkan oleh radiasi adalah energi nuklir. Radiasi nuklir memiliki karakteristik, yaitu tidak dapat langsung dirasakan oleh indera manusia. Jenis radiasi tertentu dapat menembus jenis bahan yang berbeda. Seperti yang kita ketahui bahwa radiasi memiliki dampak positif dan negatif bagi kesehatan. Maka dari itu diperlukan pengawasan radiasi untuk dapat meminimalisir dampak negatif yang dirasakan. Setiap instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi memiliki besar energi radiasi yang berbeda-beda (Safira & Sarnawa, 2021).

Pengawasan radiasi pada pekerja di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir sangat dibutuhkan. Besarnya sumber energi radiasi pengion yang dihasilkan menyebabkan perlunya proteksi radiasi. Salah satu upaya proteksi radiasi dengan memperhatikan keamanan dalam penggunaan radiasi pengion. Hal ini dilakukan untuk melindungi keselamatan pekerja radiasi. Pada pekerja radiasi diperlukan nilai batas dosis (NBD) agar mencegah efek deterministik dan mengurangi peluang efek stokastik. Efek deterministik adalah efek menyebabkan kematian sel akibat paparan radiasi yang timbul karena dosis yang diterima melebihi dosis ambang. Efek deterministik adalah efek menyebabkan kematian sel akibat paparan radiasi yang timbul karena dosis yang diterima melebihi dosis ambang. Efek stokastik adalah efek yang terjadi akibat paparan radiasi yang menyebabkan perubahan pada sel dan dosis radiasi yang diterima tanpa nilai ambang batas (Prahardi & Widikusumo, 2021).

Salah satu alat pengukuran paparan radiasi pada pekerja adalah *Thermoluminescent Dosimeter* (TLD). TLD merupakan dosimeter personal yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi gamma, sinar-X, neutron, dan beta. TLD digunakan oleh pekerja radiasi

karena memiliki bentuk yang relatif kecil, sehingga mudah digunakan saat bekerja. TLD dapat mengakumulasi dosis selama rentang waktu, di Indonesia TLD dibaca 3 bulan sekali TLD diperlukan agar dapat mengetahui nilai dosis pada pekerja dalam waktu tertentu. TLD diperlukan agar dapat mengetahui nilai dosis pada pekerja dalam waktu tertentu. Adanya nilai dosis yang terbaca pada TLD dapat menentukan upaya untuk meminimalisir dampak negatif dari radiasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Taufik (2018) menjelaskan tentang hubungan pengawasan dengan perilaku tidak aman pekerja radiasi (Radiografer) menggunakan TLD. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat pengawasan dan perilaku tidak aman pada pekerja dalam penggunaan *monitoring* TLD. Penelitian lainnya dari (Safitri et al., 2018) menjelaskan terkait dosis efektif pada pekerja radiasi berdasarkan data TLD. Hasil penelitian diperoleh nilai dosis efektif yang diterima tiap pekerja untuk jaringan lensa mata dan kulit tidak melampaui 50 mSv per tahun, sehingga dapat dikategorikan aman karena masih di bawah nilai batas dosis (NBD). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Fuadi et al., 2022) tentang pemantauan dosis perorangan menggunakan TLD di Wilayah Papua dan Papua Barat. Hasil yang didapatkan, yaitu nilai dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi masih dalam batas aman karena tidak ada pekerja yang menerima dosis melebihi batas dosis maksimal yang telah ditentukan oleh BAPETEN, yaitu rata-rata sebesar 20 mSv per tahun dalam periode 5 tahun, dan 50 mSv dalam 1 tahun tertentu (dosis efektif).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Taufik (2018), (Safitri et al., 2018), dan (Fuadi et al., 2022), penulis ingin melakukan penelitian terhadap dosis efektif pada pekerja radiasi disalah satu rumah sakit terbesar di Kalimantan Timur, yaitu RSUD A.W. Sjahranie Samarinda dan dari penelitian-penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu instalasi oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian terhadap ketiga instalasi yaitu Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan

Kedokteran Nuklir agar dapat membandingkan paparan dosis efektif pada pekerja radiasi di ketiga instalasi tersebut. Sejauh ini, belum ada penelitian mengenai analisis TLD pada pekerja radiasi di RSUD A.W. Sjahranie Samarinda. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah dalam waktu 4 tahun dosis yang diterima pekerja radiasi telah memenuhi standar keselamatan radiasi. Nilai TLD diperoleh dari data sekunder hasil rekaman dosis serap tahunan pada pekerja radiasi di ketiga instalasi tersebut.

RADIASI

Radiasi merupakan energi yang dipancarkan dari permukaan benda panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik (Sari & Ariningpraja, 2021). Radiasi ini membawa panas dari benda yang mempunyai suhu lebih panas ke benda yang suhunya lebih dingin melalui gelombang elektromagnetik atau foton. Bahkan, benda dengan suhu di atas nol mutlak akan mengeluarkan radiasi dalam bentuk energi inframerah, yang dapat diserap oleh benda lain dan menjadi sumber panas bagi benda tersebut. Jika tubuh manusia terkena atau terpapar radiasi, maka tubuh akan menyerap energi radiasi tersebut. Hal ini harus disesuaikan pada perbedaan suhu antara tubuh dan lingkungannya, seperti ketika tubuh berada di bawah sinar matahari atau di depan api. Sebaliknya, tubuh akan kehilangan panas melalui radiasi ke benda-benda yang permukaannya lebih dingin daripada permukaan kulit (Sari & Ariningpraja, 2021).

Efek yang diakibatkan dari paparan sinar radiasi dibagi menjadi dua jenis efek radiasi, yaitu efek stokastik dan efek deterministik. Efek stokastik adalah efek yang timbul akibat fungsi dosis radiasi dan tidak mengenal dosis ambang, sekecil apapun radiasi yang diterima akan menimbulkan efek stokastik dari paparan radiasi. Paparan radiasi pada dosis rendah dapat berdampak stokastik pada seluruh tubuh, baik pada individu yang menerima dosis setelah periode tertentu maupun pada keturunannya. Contoh dari efek

stokastik termasuk leukimia, kanker tiroid, tumor kelenjar ludah, dan kelainan turunan (Septina & Agnizarridlo, 2021).

Efek deterministik adalah efek yang tingkat keparahannya bervariasi menurut dosis dan hanya timbul bila telah melewati dosis ambang. Efek ini terjadi ketika radiasi menyebabkan kematian sel yang dapat memengaruhi fungsi jaringan dan jaringan. Jika dosis radiasi yang diterima di bawah nilai dosis ambang sebesar 20 mSv, efek deterministik tidak akan terjadi. Kebanyakan orang yang menerima dosis di atas dosis ambang akan mengalami efek ini. Efek ini akan muncul dalam waktu singkat setelah terpapar radiasi dan keparahan efeknya sebanding dengan dosis, semakin tinggi dosisnya, maka semakin parah efeknya. Kerusakan pada kulit, lensa mata, dan sindrom radiasi merupakan contoh dari efek deterministik (Maleachi & Tjakraatmadja, 2018).

THERMOLUMINESCENT DOSIMETER (TLD)

Thermoluminescent Dosimeter (TLD) adalah dosimeter personal yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi gamma, sinar-X, beta, dan neutron. Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan TLD, yaitu litium flordia (LiF, Mg, Ti) yang digunakan khusus untuk pengukuran dosis pada kulit dan area tubuh manusia bagian dalam. LiF ini mempunyai tingkat keakuratan yang tinggi pada dosimeter karena bahan LiF dikatakan setara dengan jaringan atau jaringan yang tidak peduli kepada cahaya (Berdufi et al., 2019).

TLD dapat dikategorikan sebagai jenis dosimeter yang bersifat pasif dan digunakan untuk mengawasi dosis radiasi pada manusia serta lingkungan. Prinsip kerja TLD ini dimulai ketika radiasi pengion masuk, elektron dari pita valensi ke pita konduksi selanjutnya jatuh ke dalam perangkap elektron. Pada saat energi panas telah cukup elektron keluar dari perangkap berpindah ke pita konduksi lalu berpindah ke pita valensi disertai dengan pancaran cahaya tampak. Pada saat pembacaan TLD, filamen dipanaskan lalu mengeluarkan cahaya tampak

kemudian masuk ke tabung pengganda atau disebut dengan *photomultiplier* lalu hasil bacaan TLD keluar (Yeni et al., 2019).

NILAI BATAS DOSIS (NBD)

Nilai batas dosis (NBD) adalah nilai dosis yang menjadi batasan bagi pekerja radiasi. NBD melalui pengawasan dosis radiasi yang disebut Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), dengan hak sebagai pemegang izin terkiat pemanfaat tenaga nuklir. Dosimeter sangat diperlukan untuk pengawasan dosis radiasi terhadap pekerja dan harus dilakukan oleh pemegang izin tersebut. Pentingnya untuk memikirkan terkait dosis rendah dengan melakukan pemilihan alat ukur radiasi seperti dosimeter pribadi dengan tepat. Besar nilainya batas dosis dapat ditentukan melalui tingkat sensitivitas dari dosimeter tersebut agar hasil yang diterima pasien valid. Oleh karena itu, TLD menjadi salah satu acuan sebagai dosimeter yang mempunyai tingkat sensitivitas tinggi dan sudah sering digunakan dalam kurun waktu terakhir ini (Fuadi et al., 2022).

Tabel 1 Nilai Batas Dosis (NBD)

Dosis	Batas Dosis Pekerja Radiasi	Batas Dosis Umum
Dosis Efektif	20 mSv per tahun	1 mSv per tahun
Dosis Ekuivalen Tahunan	150 mSv	15 mSv
Lensa mata		
Kulit	500 mSv	50 mSv
Tangan dan kaki	300 mSv	-

Pentingnya melakukan proteksi radiasi menjadi suatu kewajiban untuk menciptakan keselamatan radiasi sehingga tidak akan terjadi kegiatan yang merugikan diri baik dari seseorang, keturunannya, dan anggota masyarakat seluruhnya (Dasril & Sari, 2020). Menindaklanjuti keputusan BAPETEN terkait keselamatan radiasi dengan menentukan batas dosis paparan radiasi akan memberikan dampak baik untuk mengurangi kerusakan akibat radiasi tersebut. Pekerja radiasi memperoleh ketentuan dosis efektif sebesar 20

mSv per tahun dengan rata-rata selama kurun waktu 5 tahun berturut-turut. Kemudian, untuk satu tahun dosis efektifnya sebesar 50 mSv dan untuk dosis ekuivalennya yang merujuk pada lensa mata sebesar 150 mSv. Kemudian, batas dosis untuk tangan dan kaki dalam kurun waktu satu tahun sebesar 500 mSv (Pohan et al., 2022). Tabel 1 menunjukkan nilai batas dosis (NBD).

BESARAN DAN SATUAN DOSIMETRI

Terdapat beberapa besar dan satuan dasar yang sangat penting digunakan untuk melihat hasil bacaan dari dosimetri, seperti dosis serap, dosis ekuivalen, dan dosis efektif (Dasril & Dewilza, 2020).

Dosis serap adalah energi yang diberikan oleh radiasi atau jumlah energi yang diserap oleh medium persatuan massa bahan tersebut. Ini membuat dosis serap dapat diinterpretasikan secara matematis seperti pada Pers. (1), dengan D sebagai dosis serap (Gy), dE sebagai energi yang diserap oleh medium bermassa (J), dan dm adalah massa medium (kg) (Safitri et al., 2018).

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (1)$$

Dosis ekuivalen adalah besar dosis yang dihitung untuk masing-masing jaringan. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan seberapa besar dosis ekuivalen, yaitu dengan perkalian yang dilakukan pada dosis serap dengan faktor bobotnya dan hal tersebut berkaitan dengan dampak biologis (Dasril & Sari, 2020). Dosis ekuivalen dapat diinterpretasikan secara matematis seperti pada Pers. (2), dengan H_T sebagai dosis ekuivalen jaringan (Sv), W_R sebagai faktor bobot radiasi, dan D_T sebagai dosis serap jaringan (Safitri et al., 2018).

$$H_T = W_R \times D_T \quad (2)$$

Dosis efektif adalah dosis yang ditentukan secara khusus untuk mengurangi tingkat risiko radiasi dengan bentuk jumlah perkalian terhadap dosis ekuivalen yang diterima jaringan dengan faktor bobot jaringan tersebut. Satuan untuk dosis efektif dalam Satuan Internasional (SI) adalah Joule per kilogram (J/kg), dengan nama khusus Sievert (Sv). Dosis efektif dapat diinterpretasikan

secara matematis seperti pada Pers. (3), dengan HE sebagai dosis efektif (Sv), WT sebagai faktor bobot jaringan, dan HT sebagai dosis ekuivalen jaringan (Sv) (Dasril & Sari, 2020).

$$H_E = W_T \times H_T \quad (3)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang untuk menentukan nilai dosis efektif pada pekerja radiasi di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir RSUD A.W. Sjahranie Samarinda pada tahun 2018-2021. Data yang diambil berupa nilai *Thermoluminescent Dosimeter* (TLD). Sebagai rencana awal, data dosis pekerja pada masing-masing instalasi sebanyak 4 pekerja masing-masing terdiri dari dokter, fisikawan medik, radiografer, dan perawat.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode statistik deskriptif, yaitu dengan mencari nilai rata-rata dari data TLD untuk masing-masing instalasi. Selanjutnya, menganalisis dan melakukan perbandingan nilai yang diperoleh masing-masing instalasi. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari pekerja radiasi pada tahun 2018-2021. Data dosis radiasi pekerja yang digunakan tersebut adalah data yang diinput secara manual. Nilai dosis serap didapatkan dari hasil keluaran nilai dari alat TLD dan untuk mencari nilai dosis ekuivalen, didapatkan dari hasil perkalian dosis serap dengan faktor bobot radiasi sebesar 1. Setelah mendapatkan nilai dosis ekuivalen, kemudian untuk mencari dosis efektif pada jaringan paru-paru, didapatkan dari hasil perkalian dosis ekuivalen dengan faktor bobot jaringan paru-

paru sebesar 0,12. Hasil perhitungan dosis efektif dimodelkan dengan software Sma4win, sehingga didapatkan grafik dosis efektif.

Penelitian dilakukan di RSUD A.W. Sjahranie Samarinda, Kalimantan Timur. Penelitian menggunakan alat *Thermoluminescent Dosimeter* (TLD) yang berfungsi untuk mengukur paparan radiasi pada pekerja radiasi. Laptop berfungsi untuk mengolah data paparan radiasi pada pekerja. Bahan yang digunakan berupa data sekunder nilai dosis pekerja radiasi (mSv) di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir A.W. Sjahranie Samarinda. Penelitian ini terkait dengan dosis efektif pada jaringan paru-paru dengan nilai batas dosis (NBD) sebesar 20 mSv per tahun.

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini melalui empat tahap. Pertama, dilakukan studi literatur tentang dosis radiasi pada TLD. Kedua, dilakukan pengumpulan data TLD pada tahun 2018-2021. Ketiga, dilakukan pengolahan data dengan menghitung nilai dosis serap dan nilai dosis ekuivalen. Keempat, dihitung nilai dosis efektif pada jaringan paru-paru untuk masing-masing pekerja radiasi. Kelima, menganalisis hasil perhitungan dan membandingkan ketiga instalasi tersebut dengan Perka BAPETEN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data penelitian yang telah dilakukan di RSUD A.W Sjahranie Samarinda, diperoleh nilai dosis efektif 4 pekerja radiasi di Instalasi Radiologi, Radioterapi dan Kedokteran Nuklir tahun 2018-2021. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan nilai dosis

Tabel 2 Hasil Perhitungan Nilai Dosis Efektif Jaringan Paru-paru pada Tahun 2018-2021 di Instalasi Radiologi

No.	Jenis Profesi Radiasi	Nilai Dosis Efektif (mSv)				NBD
		2018	2019	2020	2021	
1	Dokter	0,08568	0,1026	0,11328	0,12108	20
2	Fisikawan Medik	0,08544	0,09432	0,11508	0,11076	20
3	Radiografer	0,08652	0,09816	0,11424	0,12216	20
4	Perawat	0,09264	0,09828	0,10584	0,19776	20

Tabel 3 Hasil Perhitungan Nilai Dosis Efektif Jaringan Paru-paru pada Tahun 2018-2021 di Instalasi Radioterapi

No.	Jenis Profesi Radiasi	Nilai Dosis Efektif (mSv)				NBD
		2018	2019	2020	2021	
1	Dokter	0,09324	0,10728	0,11556	0,12264	20
2	Fisikawan Medik	0,08976	0,10056	0,11724	0,1248	20
3	Radiografer	0,11196	0,11424	0,12612	0,13704	20
4	Perawat	0,10584	0,09588	0,11232	0,12192	20

Tabel 4 Hasil Perhitungan Nilai Dosis Efektif Jaringan Paru-paru pada Tahun 2018-2021 di Instalasi Kedokteran Nuklir

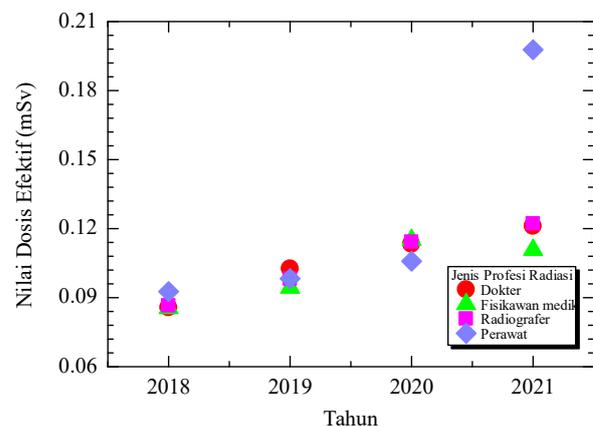
No.	Jenis Profesi Radiasi	Nilai Dosis Efektif (mSv)				NBD
		2018	2019	2020	2021	
1	Dokter	0,0912	0,0792	0,132	0,126	20
2	Fisikawan Medik	0,1056	0,0696	0,1164	0,096	20
3	Radiografer	0,1212	0,0948	0,1344	0,1176	20
4	Perawat	0,1368	0,0972	0,1572	0,1512	20

Tabel 5 Hasil Perbandingan Nilai Dosis Efektif Jaringan Paru-paru pada Tahun 2018-2021

No.	Jenis Profesi Radiasi	Nilai Dosis Efektif (mSv)			NBD
		Radiologi	Radioterapi	Kedokteran Nuklir	
1	Dokter	0,10566	0,10968	0,1071	20
2	Fisika Medik	0,1014	0,10809	0,0969	20
3	Radiografer	0,10527	0,12234	0,117	20
4	Perawat	0,12362	0,10899	0,1356	20
	Total	0,43595	0,52191	0,4566	

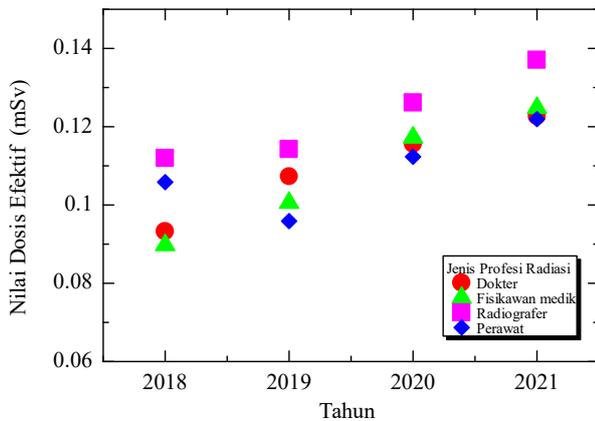
efektif jaringan paru-paru pada Tahun 2018-2021 di Instalasi Radiologi. Hasil perhitungan nilai dosis efektif jaringan paru-paru pada Tahun 2018-2021 di Instalasi Radioterapi ditunjukkan pada Tabel 3. Perhitungan nilai dosis efektif jaringan paru-paru pada Tahun 2018-2021 di Instalasi Kedokteran Nuklir terlihat pada Tabel 4, dan Tabel 5 menunjukkan perbandingan nilai dosis efektif jaringan paru-paru pada Tahun 2018-2021.

Gambar 1 menunjukkan grafik dosis efektif jaringan paru-paru pada 4 pekerja radiasi mengalami peningkatan setiap tahunnya. Akan tetapi, terjadi peningkatan nilai yang cukup drastis pada perawat pada tahun 2021. Hal ini terjadi karena tugas perawat yang selalu mendampingi pasien pada saat pemeriksaan serta menyuntikkan injeksi kontras terhadap pasien. Efek stokastik yang dirasakan pada perawat di Instalasi Radiologi adalah ruam merah.

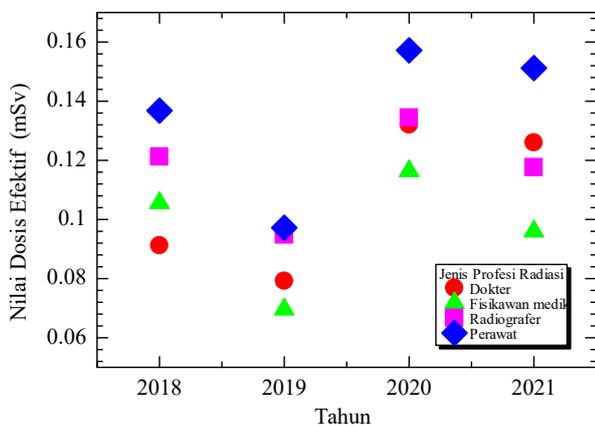
**Gambar 1 Dosis efektif pekerja radiasi di instalasi radiologi**

Berdasarkan Gambar 2, grafik dosis efektif jaringan paru-paru pada 4 pekerja radiasi mengalami peningkatan setiap tahun. Pekerja radiasi yang memperoleh dosis efektif tertinggi adalah profesi radiographer. Hal ini terjadi karena radiografer paling sering berinteraksi dengan pasien dan terkena radiasi

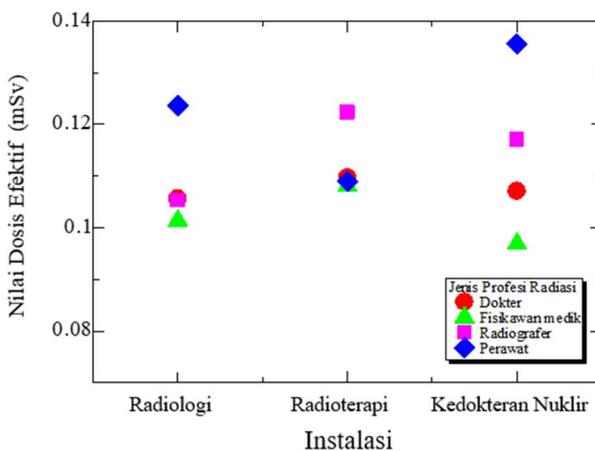
pada saat keluar masuk ruangan terapi. Efek stokastik yang dirasakan pada radiografer di Instalasi Radioterapi adalah ruam merah.



Gambar 2 Dosis efektif pekerja radiasi di instalasi radioterapi



Gambar 3 Dosis efektif pekerja radiasi di instalasi kedokteran nuklir



Gambar 4 Perbandingan dosis efektif pekerja radiasi di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir Tahun 2018-2021

Pada Gambar 3, grafik dosis efektif jaringan paru-paru pada 4 pekerja radiasi mengalami peningkatan setiap tahun. Pekerja

radiasi yang memperoleh dosis efektif tertinggi adalah adalah pekerja radiasi profesi perawat. Hal ini terjadi karena perawat yang memberikan radiasi atau obat kepada pasien, sehingga kontaminasi radiasi terbesar dari semua pekerja radiasi adalah perawat. Efek stokastik yang dirasakan pada perawat di Instalasi Kedokteran Nuklir adalah ruam merah. Pada tahun 2018-2019 dokter menerima dosis radiasi yang cukup rendah karena pada tahun tersebut Instalasi Kedokteran Nuklir baru mulai beroperasi. sehingga pasien yang menjalani pengobatan hanya sedikit. Pada tahun 2020-2021 jumlah pasien di Instalasi Kedokteran Nuklir bertambah, sehingga dosis radiasi pada dokter mengalami peningkatan.

Gambar 4 membuktikan bahwa nilai dosis efektif tertinggi pada profesi dokter terdapat di Instalasi Radioterapi. Pada Instalasi Radioterapi, dokter paling sering berinteraksi dengan pasien seperti melakukan pemeriksaan terhadap pasien yang menyebabkan dia mengalami kontaminasi radiasi dari pasien. Hal ini terjadi karena dokter bertugas untuk melakukan verifikasi lapangan penyinaran dan melakukan pengawasan penyinaran secara langsung sehingga dekat dengan sumber radiasi. Pada profesi fisikawan medik nilai dosis efektif tertinggi juga berada di Instalasi Radioterapi. Hal ini terjadi karena, fisikawan medik bertugas untuk memastikan peralatan Medik bekerja dengan optimal sebelum digunakan.

Berikutnya, profesi radiografer yang memiliki dosis efektif tertinggi juga berada pada Instalasi Radioterapi. Hal ini disebabkan karena radiografer paling sering berinteraksi dengan pasien dan terkena radiasi pada saat keluar masuk ruangan terapi. Nilai dosis efektif tertinggi pada profesi perawat terdapat di Instalasi Kedokteran Nuklir. Hal ini terjadi karena, perawat di Instalasi Kedokteran Nuklir bertugas untuk menyuntikkan sumber radiasi berupa radiofarmaka/radionuklida.

Dari 4 jenis pekerja radiasi, terdapat 3 orang dengan jenis profesi berbeda di Instalasi Radioterapi yang memiliki nilai dosis efektif

tertinggi. Hal ini terjadi karena sumber radiasi yang digunakan di Instalasi Radioterapi lebih besar dibanding 3 instalasi lainnya, yaitu sebesar 6 MV hingga 10 MV. Profesi Perawat pada Instalasi Kedokteran Nuklir menerima dosis efektif yang besar karena perawat paling sering berada di medan radiasi untuk menyuntikkan sumber radiasi berupa radiofarmaka atau radionuklida. Selain itu, perawat juga kurang mengetahui dampak radiasi untuk meminimalisir dosis radiasi dengan mematuhi proteksi radiasi.

Nilai dosis serap didapatkan dari hasil keluaran data TLD sedangkan nilai dosis ekuivalen didapatkan dari hasil perkalian nilai dosis serap dengan faktor bobot radiasi, yaitu sebesar 1, Berikut adalah data nilai dosis serap dan nilai dosis ekuivalen di Instalasi Radiologi untuk 4 pekerja radiasi berada di rentang 0,712 hingga 1,648. Nilai dosis serap dan nilai dosis ekuivalen di Instalasi Radioterapi berada di rentang 0,748 hingga 1,142. Terakhir, nilai dosis serap dan nilai dosis ekuivalen di Instalasi Kedokteran Nuklir berada di rentang 0,58 hingga 1,312.

Nilai dosis efektif didapatkan dengan mengalikan nilai dosis ekuivalen dari masing-masing pekerja radiasi dengan faktor bobot jaringan paru-paru, yaitu sebesar 0,12, seperti yang tertulis pada Tabel 4. Nilai dosis efektif di Instalasi Radiologi untuk 4 pekerja radiasi berada di rentang 0,1014 hingga 0,12362 mSv. Nilai dosis di Instalasi Radioterapi berada di rentang 0,10809 hingga 0,12234 mSv. Terakhir, nilai dosis di Instalasi Kedokteran Nuklir berada di rentang 0,0969 hingga 0,1356 mSv. Jika diurutkan total nilai dosis efektif dari ketiga instalasi dari yang tertinggi, urutan pertama berada di Instalasi Radioterapi sebesar 0,52191 mSv. Urutan kedua berada di Instalasi Kedokteran Nuklir sebesar 0,4566 mSv. Urutan ketiga berada di Instalasi Radiologi sebesar 0,43596 mSv.

Berdasarkan nilai paparan radiasi dapat diketahui bahwa pekerja radiasi di Instalasi Radioterapi yang paling banyak menerima radiasi. Hal ini sesuai dengan energi dari modalitas yang digunakan yang umumnya

berkisar 6 MV hingga 10 MV. Berikutnya, pekerja radiasi di Instalasi Kedokteran Nuklir menjadi urutan kedua yang paling banyak menerima radiasi. Hal ini dikarenakan sumber radioaktifnya ada yang mencapai 1 MV. Sedangkan, pekerja radiasi di Instalasi Radiologi menerima radiasi paling sedikit dibandingkan Instalasi Radioterapi dan Kedokteran Nuklir. Hal ini disebabkan karena energi radiasi yang rendah dari berbagai modalitas diagnostik yang umumnya hanya berkisar di antara 70 hingga 300 keV. Secara umum fisika medik harus memperoleh dosis radiasi yang paling rendah dosis karena fisika medik memiliki tugas untuk meminimalisir efek dari radiasi dan upaya proteksi radiasi.

Jam kerja pekerja radiasi di RSUD A.W. Sjahranie Samarinda ada dua, yaitu jam tetap dan jam *shift*. Selama bekerja setiap minggunya, terdapat hari libur dan cuti yang diberikan untuk proses pemulihan kondisi selnya setelah terpapar radiasi. Selama proses pemulihan, pekerja radiasi mengkonsumsi asupan yang bergizi dan minum air putih yang cukup agar proses regenerasi sel dapat berlangsung optimal. Pekerja radiasi juga harus mengkonsumsi makanan tambahan nutrisi, seperti susu dan telur secara rutin.

Setiap tahun, nilai dosis efektif dari Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir bersifat fluktuatif. Hal ini terjadi karena banyaknya pasien atau durasi waktu penyinaran yang berbeda-beda setiap hari sehingga dosis paparan radiasi juga akan berbeda setiap tahunnya. Hasil yang didapatkan pada setiap pekerja radiasi menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi masih di bawah nilai batas dosis (NBD) yang ditetapkan BAPETEN. Menurut Peraturan BAPETEN No. 6 Tahun 2020, ditetapkan bahwa nilai batas dosis tidak boleh melebihi 20 mSv dalam 1 tahun untuk pekerja radiasi. Mengacu pada peraturan tersebut, dapat dikatakan bahwa pekerja radiasi di RSUD A.W. Sjahranie Samarinda dalam kategori aman.

Efek radiasi yang mungkin muncul

berdasarkan hasil penelitian ini adalah efek stokastik. Munculnya efek ini dapat berupa efek somatik maupun genetik. Efek somatik yang terjadi pada pekerja radiasi di penelitian ini, seperti gangguan fungsi paru-paru dan kesulitan bernapas. Efek genetik (cacat keturunan) yang akibatnya akan muncul setelah beberapa tahun bahkan puluhan tahun dari saat terjadinya penyinaran. Namun, hal ini tidak bisa dipastikan pada penelitian ini. Hal tersebut menjadikan perlunya dilakukan evaluasi dosis radiasi secara teratur pada pekerja radiasi untuk menghindari kemungkinan efek radiasi yang akan timbul. Agar keselamatan radiasi tetap terjaga, maka perlu dilakukan proteksi radiasi yang lebih optimal di semua instalasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir RSUD A.W. Sjahranie Samarinda dari tahun 2018 hingga 2021, nilai dosis efektif jaringan paru-paru pekerja radiasi di Instalasi Radiologi berada di rentang 0,08544 mSv hingga 0,19776 mSv. Nilai dosis efektif jaringan paru-paru di Instalasi Radioterapi berada di rentang 0,08976 mSv hingga 0,13704 mSv. Nilai dosis efektif jaringan paru-paru di Instalasi Kedokteran Nuklir berada di rentang 0,0696 mSv hingga 0,157 mSv. Secara umum, nilai dosis efektif yang diterima pekerja radiasi di Instalasi Radiologi, Radioterapi, dan Kedokteran Nuklir RSUD A.W. Sjahranie Samarinda dapat dikategorikan aman atau masih di bawah nilai batas dosis (NBD). Nilai dosis efektif tertinggi berasal dari Instalasi Radioterapi sebesar 0,52191 mSv. Berikutnya berasal dari Instalasi Kedokteran Nuklir sebesar 0,4566 mSv. Instalasi Radiologi memiliki nilai dosis efektif terendah jika dibandingkan dengan instalasi lainnya sebesar 0,43596 mSv.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada RSUD A.W. Sjahranie Samarinda yang telah memberi kesempatan untuk melaksanakan penelitian di RSUD tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. (2022). *Nuklir Untuk Ketahanan Pangan Dunia*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Anggraeni, L. (2020). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Penggunaan Pocket Dosimeter pada Pekerja Radiologi di Instalasi Radiologi 9 Rumah Sakit Bandar Lampung. *Jurnal Teras Kesehatan*, 3(1), 70–84.
- BAPETEN. (2011). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Radioisotop Untuk Radiofarmaka*. Jakarta: BAPETEN.
- BAPETEN. (2019). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Tentang Pesawat Sinar-X Radiologi dan Intervensional*. Jakarta: BAPETEN.
- BAPETEN. (2020). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Radioisotop Untuk Radiofarmaka*. Jakarta: BAPETEN.
- Berdufi, I., Shyti, M., Cfarku, F., Bode, K., & Elida, B. (2019). Assessment of Occupational Exposure Among Medical Staff of University Hospital Center “Mother Theresa” in Tirana During 2012-2017 Preface : 10th Jubilee Conference of the Balkan Physical Union Assessment of Occupational Exposure among Medical Staff of University. *AIP Conference Proceedings*, 2075(170018), 1–6. <https://doi.org/10.1063/1.5091383>.
- Dasril, D. N., & Dewilza, N. (2020). Uji Efektifitas Dinding Ruangan Panoramik Instalasi Radiologi RSUD Prof . Dr . MA Hanafiah SM Batusangkar TLD-100. *Physics Education Research Journal*, 2(2), 95–104. <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.2.5087>
- Dasril, D. N., & Sari, O. P. (2020). Pengukuran Dosis Eksternal Yang Diterima Oleh Mahasiswa Praktikum Teknik Radiografi di Laboratorium Radiologi Universitas Baiturrahmah Padang. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(1), 35–42.

- <https://doi.org/10.23960/jtaf.v8i1.2318>
- Fuadi, N., Jusli, N., & Harmini, H. (2022). Pemantauan Dosis Perorangan Menggunakan Thermoluminescence Dosimeter (TLD) di Wilayah Papua dan Papua Barat Tahun 2020-2021. *Jurnal Sains Fisika*, 2(1), 63–74.
- ICRP. (1991). *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: ICRP Publication 60*. Oxford: Annals of the ICRP 21.
- Khasanah, U., Supriyanto, S., & Djayus, D. (2019). Analisis Nilai Log Gamma Ray dan Log Density Terhadap Variasi Kecepatan Perekaman Metode Well Logging “Robertson Geologging (RG)”. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(1), 1-7.
- Luorrix, E., Mahyati, E., Sitorus, D., Soputra, J. S., Tangio, I., Rois, O.,...Akbar, F. (2022). *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Kudus: Yayasan Kita Menulis.
- Maleachi, R., & Tjakraatmadja, R. (2018). Pencegahan Efek Radiasi pada Pencitraan Radiologi. *Cermin Dunia Kedokteran*, 45(7), 537–539.
- Monita, R. (2021). Analisis Penerapan Keselamatan Radiasi Sinar-X Pada Pekerja Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center (Pmc) Tahun 2020. *Media Kesmas (Public Health Media)*, 1(1), 26–39. <https://doi.org/10.25311/kesmas.vol1.iss1.326>.
- Patwa, A. dan Shah, A. (2015). Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*, 59(9), 533-541.
- Pohan, M. Y., Siregar, T. Z., & Panjaitan, B. (2022). Analisa Paparan Radiasi Pada Instalasi Radiologi di Rumah Sakit Islam Malahayati Medan Tahun 2021. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 6(1), 66–72.
- Prahardi, R., & Widikusumo, A. (20). Pentingnya Pendidikan dan Pelatihan Bagi Pekerja Radiasi. *Seminar Si-INTAN 2021*, 24–29, doi: 10.53862/ssi.v1.062021.005.
- Safitri, D. E., Subagiada, K., & Said, S. (2018). Analisis Dosis Efektif pada Petugas Radiasi Berdasarkan Data TLD di Instalasi Radiologi RSUD Aji Muhammad Parikesit. *Prosiding Seminar Sains Dan Teknologi FMIPA Unmul*, 3(1), 1–3.
- Taufik, A. (2018). Hubungan Pengawasan Dengan Perilaku Tidak Aman Pekerja Radiasi (Radiografer) Pada Penggunaan Monitoring Dose Termoluminisensi (TDL) Di Ruang Radiologi RS X Bekasi Tahun 2018. *Skripsi*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan.
- Yeni, N. C., Milvita, D., & Prasetyo, H. (2019). Kalibrasi TLD-100 di Udara Menggunakan Radiasi Sinar-X Pada Rentang Radiation Qualities in Radiodiagnostik (RQR). *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 11(2), 81–87. <https://doi.org/10.25077/jif.11.2.81-87.2019>.