



**PEMANTAUAN DOSIS PERORANGAN MENGGUNAKAN
*THERMOLUMINESCENCE DOSIMETER (TLD) DI WILAYAH
PAPUA DAN PAPUA BARAT TAHUN 2020-2021***

Nurul Fuadi^{1a*}, Nurlinda Jusli^{2b}, Harmini³

^{1,2}*Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin
Makassar*

³*Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Makassar*

email: ¹nurul.fuadi@uin-alauddin.ac.id, ²nurlinda.jusli123@gmail.com

ABSTRACT: A study has been carried out with the title "Monitoring Individual Doses Using Thermoluminescence Dosimeters (TLD) in Papua and West Papua Regions 2020-2021. This study aims to determine the number of doses received by radiation workers in the Papua and West Papua regions so that they can anticipate the occurrence of excessive dose exposure and minimize the negative impact caused by radiation exposure. Radiation is the emission of energy in the form of waves or particles emitted by a radiation source or radioactive substance. Radiation worker is any person who works in diagnostic and interventional radiology installations who are expected to receive an annual radiation dose that exceeds the dose for the general public. Monitoring of individual doses received by radiation workers is mandatory. This is done to limit the radiation dose received by radiation workers as stated in PERKA BAPETEN no. 4 of 2013. After monitoring individual doses in Papua and West Papua, it can be concluded that no radiation worker received a dose exceeding the maximum dose limit determined by BAPETEN. The average effective dose is 20 mSv per year for a period of 5 (five) years, and 50 mSv in 1 (one) year.

ABSTRAK: Telah dilakukan sebuah penelitian dengan judul "Pemantauan Dosis Perorangan Menggunakan Thermoluminescence Dosimeter (TLD) di Wilayah Papua dan Papua Barat Tahun 2020-2021. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah dosis yang diterima oleh pekerja radiasi yang berada di wilayah Papua dan Papua Barat sehingga dapat mengantisipasi terjadinya paparan dosis yang berlebih dan meminimalisir dampak negatif yang diakibatkan oleh paparan radiasi. Radiasi merupakan pemancaran energi dalam bentuk gelombang atau partikel yang dipancarkan oleh sumber radiasi atau zat radioaktif. Pekerja radiasi adalah setiap orang yang bekerja di instalasi radiologi diagnostik dan intervensional yang diperkirakan dapat menerima dosis radiasi tahunan melebihi dosis untuk masyarakat umum. Pemantauan dosis perorangan yang diterima para pekerja radiasi adalah hal yang wajib dilakukan. Hal ini dilakukan untuk membatasi dosis radiasi yang diterima para pekerja radiasi sebagaimana yang tertulis dalam PERKA BAPETEN no. 4 tahun 2003. Setelah melakukan pemantauan dosis perorangan pada wilayah Papua dan Papua Barat maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada pekerja radiasi yang menerima dosis

**corresponding author*

email: nurul.fuadi@uin-alauddin.ac.id

DOI:

melebihi batas dosis maksimal yang telah ditentukan oleh BAPETEN. Yang mana dosis efektif rata-rata sebesar 20 mSv per tahun dalam periode 5 (lima) tahun, dan 50 mSv dalam 1 (satu) tahun tertentu.

Kata Kunci: *Radiasi, Dosis dan Dosimeter.*

PENDAHULUAN

Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya sinar ultraviolet, tetapi mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek sehingga dapat menembus benda-benda. Sinar-X mempunyai beberapa sifat fisik antara lain daya tembus, hamburan, penyerapan, efek fotografi, luminisensi, ionisasi, efek biologik (Souisa et al., 2014). Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan energi yang sangat tinggi. Di dalam tabung sinar-X dihasilkan elektron bebas yang dipercepat dengan beda potensial yang sangat tinggi, lalu ditembakkan ke suatu target. Karena energinya yang cukup besar, maka radiasi tertentu dapat menimbulkan ionisasi di sepanjang lintasannya, sehingga radiasi tersebut dinamakan radiasi pengion sinar-X dihasilkan ketika elektron berinteraksi dengan elektron pada atom target (Fitler, 2018). Sinar-X memiliki energi yang bergantung dari tegangan pemercepat elektron yang dipasang antara anoda dan katoda. Tegangan tersebut yang akan mempengaruhi energi dan daya tembus sinar-X. Daya tembus akan semakin besar apabila tegangan kerjanya juga besar. Berkas sinar-X medis memiliki spektrum kontinu, artinya pada berkas mengandung sinar-X energi tinggi dan energi rendah (Pamungkas et al., 2020).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin meningkat mempengaruhi perkembangan peralatan kesehatan. Sejak ditemukannya sinar-X lebih dari 100 tahun yang lampau oleh Wilhelm Conrad Roentgen dan dikenalnya sifat radioaktivitas oleh Marie Curie dan Henry Becquerel, penggunaan radiasi sebagai salah satu modalitas pengobatan penyakit kanker telah berkembang dengan pesatnya. Namun sinar-X dalam bidang kesehatan tidak hanya untuk pengobatan penyakit kanker, sinar-X juga dimanfaatkan dalam ilmu kedokteran untuk memotret bagian tulang yang patah, batu ginjal, paru-paru dan lain-lain. Peran rontgen dalam bidang kesehatan dan kedokteran semakin meningkat tajam sejalan dengan berkembangnya pengetahuan saat ini. gambaran yang dihasilkan oleh foto rontgen merupakan hal yang sangat penting bagi seorang dokter, karena digunakan untuk melihat adanya kelainan yang tidak tampak atau kurang jelas pada pemeriksaan klinis, sehingga dengan adanya foto rontgen ini dapat membantu dokter untuk menentukan diagnosis, rencana perawatan, dan menilai atau mengevaluasi keberhasilan perawatan yang dilakukan terhadap pasien (Suryani, 2018). Radiodiagnostik merupakan salah satu cabang ilmu radiologi yang menggunakan pencitraan untuk mendiagnosis penyakit dengan memanfaatkan radiasi pengion. Salah satu alat radiodiagnostik yaitu

dental. Dental merupakan alat untuk mendiagnosis gangguan pada gigi dengan memanfaatkan radiasi pengion. Pemanfaatan radiasi pengion berupa sinar-X selain memberikan manfaat bagi dunia kedokteran, juga berpotensi memberikan efek merugikan bagi pekerja, pasien dan masyarakat. Proteksi radiasi merupakan aspek yang sangat penting dalam pengendalian efek yang merugikan ini (Martem et al., 2015). Apabila radiasi masuk ke dalam bahan perisai radiasi, maka sebagian dari radiasi tersebut akan diserap oleh bahan. Semakin besar efektivitas perisai radiasi suatu ruangan maka perisai radiasi ruangan tersebut semakin baik dalam menyerap radiasi (Ancila & Hidayanto, 2016).

Pemanfaatan radiasi pengion seperti sinar-X pada bidang kedokteran untuk kegunaan terapi maupun diagnostik sudah sangat umum dilakukan. Akan tetapi selain dari manfaat penggunaannya, radiasi yang mengenai tubuh manusia juga dapat menimbulkan kerugian baik bagi pasien, pekerja dan masyarakat umum dari paling ringan hingga fatal. Akibat interaksi radiasi dengan materi tersebut maka sel-sel dapat mengalami perubahan struktur (Dabukke et al., 2021). Efek radiasi terbagi menjadi efek stokastik (tidak langsung) dan efek non stokastik (langsung ketika dosis melebihi ambang). Efek stokastik berkaitan dengan paparan dosis rendah yang terus menerus dan menyebabkan kerusakan somatik (kanker) atau cacat keturunan (kerusakan genetik). Efek stokastik tidak mengenal dosis ambang, karena sekecil apapun dosis radiasi yang diterima tubuh dapat menimbulkan kerusakan somatik maupun genetik. Pengaruh sinar-X menyebabkan kerusakan haemopoetik (kelainan darah), seperti anemia, leukimia, dan leukopeni yaitu menurunnya jumlah leukosit ($\leq 6.000m^2$) dan menimbulkan efek deterministik pada organ reproduksi atau gonad (kemandulan) serta menyebabkan menopause dini sebagai akibat dari gangguan hormonal sistem reproduksi (Mauliku & Ramadani, 2019). Semakin besar dosis yang diterima, semakin besar pula dampak negatif yang terjadi, sehingga dampak negatif dari radiasi tersebut sebanding dengan jumlah radiasi yang diterima (Aryawijayanti & Susilo, 2015).

Melihat adanya kemungkinan dampak negatif dari radiasi pengion, maka perlu dilakukan proteksi radiasi bertujuan untuk melindungi para pekerja radiasi serta masyarakat umum dari bahaya radiasi yang ditimbulkan akibat penggunaan zat radioaktif atau sumber radiasi pengion lainnya. Karena sumbernya berasal dari luar tubuh manusia, maka radiasi sinar-X merupakan radiasi eksternal. Dalam hal proteksi radiasi eksternal, terdapat tiga teknik untuk mengontrol penerimaan radiasi khususnya bagi pekerja radiasi yaitu meminimalkan jarak, meminimalkan waktu dan pemakaian perisai radiasi (Aryawijayanti & Susilo, 2015). Untuk itu diperlukan suatu jaminan keselamatan dalam melakukan pekerjaan di bidang radiasi yang tertuang dalam suatu program pemantauan dosis radiasi eksternal pekerja radiasi, yang disusun sedemikian rupa sehingga mampu mendeteksi setiap kelalaian operasional sekecil apapun yang dapat mengarah kepada terjadinya kecelakaan radiasi yang dapat menyebabkan jumlah paparan radiasi berlebih terhadap pekerja radiasi

(Widyaningsih & Sutanto, 2013). Pemantauan dosis radiasi dilakukan oleh pemegang izin yaitu orang atau badan yang telah menerima izin pemanfaatan tenaga nuklir dari BAPETEN. Pemegang izin harus melakukan pemantauan dosis perorangan terhadap pekerja radiasi dengan menggunakan dosimeter perorangan (BAPETEN, 2003). Pemilihan alat ukur dosis radiasi pengion (dosimeter) terutama untuk dosis rendah sangat diperlukan. Dosimeter dengan sensitivitas tinggi menjadi pilihan penting, karena dapat digunakan untuk mengetahui besarnya nilai dosis yang diterima pasien secara akurat. Dalam perkembangannya akhir-akhir ini, dosimeter yang memiliki sensitivitas tinggi dan telah banyak yang dikomersialkan, diantaranya adalah dosimeter pasif TLD (*Thermoluminescence Dosimeter*) dan OSLD (*Optically Stimulated Luminescence Dosimeter*) (Hanifatunnisa et al, 2018).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian untuk memantau besarnya dosis yang diterima oleh pekerja radiasi yang ada di wilayah Papua dan Papua Barat dengan menggunakan *thermoluminescence dosimeter*. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui jumlah dosis yang diterima oleh pekerja radiasi sehingga dapat mengantisipasi terjadinya paparan dosis yang berlebih dan meminimalisir dampak negatif yang diakibatkan oleh paparan radiasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2021 di Laboratorium Pemantauan Dosis Perorangan yang bertempat di Balai Pengamanan Fasilitas kesehatan (BPFK) Makassar. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nitrogen UHP (Kemurnian 99,9%), *thermohidrometer*, kunci pembuka TLD card, selongsong, unlock dan uplock, TLD reader harshaw 8800 plus, komputer dan printer.



Gambar 2.1 TLD dan TLD Reader

(Sumber: <https://www.slideshare.net/agungno/teori-dasar-tld>)

Penelitian ini dimulai dengan melakukan penerimaan dan pendataan berkas dari *customer*. Setelah itu mengurutkan TLD sebelum prosesi. Menganalisis TLD menggunakan

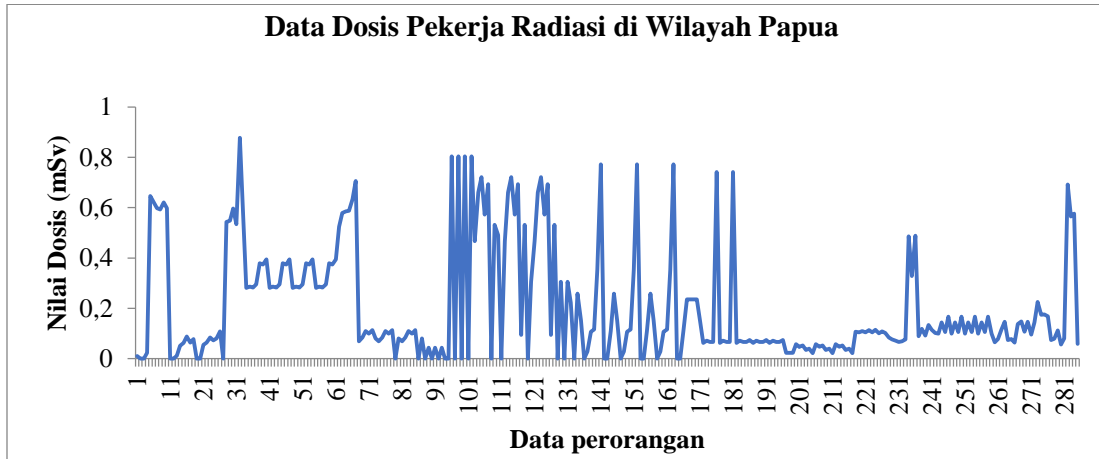
TLD *reader*. Proses analisis dan cara pengoperasian TLD *reader* yaitu menyalakan UPS selama ± 20 menit, mengatur tabung nitrogen 3-4 bar, menyalakan pc komputer dan terakhir menyalakan TLD *reader* ± 20 menit, selanjutnya pembacaan hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Pemantauan Dosis Perorangan Wilayah Pekerja Radiasi Wilayah Papua

No	Dosis pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis pekerja radiasi (mSv)
1	0,0111	49	0,2864	97	0	145	0,2581	193	0,0712	241	0,115
2	0	50	0,2829	98	0,8037	146	0,1513	194	0,0672	242	0,1021
3	0	51	0,296	99	0	147	0	195	0,0668	243	0,1002
4	0,0239	52	0,3799	100	0,8037	148	0,028	196	0,0742	244	0,1445
5	0,6458	53	0,3748	101	0	149	0,1076	197	0,024	245	0,106
6	0,621	54	0,395	102	0,8037	150	0,1166	198	0,024	246	0,1666
7	0,5984	55	0,282	103	0,4667	151	0,3544	199	0,024	247	0,0997
8	0,5927	56	0,2864	104	0,661	152	0,7725	200	0,0573	248	0,1445
9	0,6215	57	0,2829	105	0,722	153	0	201	0,0476	249	0,106
10	0,5978	58	0,296	106	0,5732	154	0	202	0,0523	250	0,1666
11	0	59	0,3799	107	0,693	155	0,1101	203	0,0353	251	0,0997
12	0	60	0,3748	108	0	156	0,2581	204	0,0406	252	0,1445
13	0,0117	61	0,395	109	0,5319	157	0,1513	205	0,0225	253	0,106
14	0,0519	62	0,5243	110	0,4919	158	0	206	0,0573	254	0,1666
15	0,063	63	0,5788	111	0	159	0,028	207	0,0476	255	0,0997
16	0,0881	64	0,5854	112	0,4676	160	0,1076	208	0,0523	256	0,1445
17	0,0637	65	0,588	113	0,661	161	0,1166	209	0,0353	257	0,106
18	0,0785	66	0,6337	114	0,722	162	0,3544	210	0,0406	258	0,1666
19	0	67	0,7064	115	0,5732	163	0,7725	211	0,0225	259	0,0997
20	0	68	0,0686	116	0,693	164	0	212	0,0573	260	0,0648
21	0,055	69	0,0851	117	0,0941	165	0	213	0,0476	261	0,0787
22	0,064	70	0,1097	118	0,5319	166	0,1101	214	0,0523	262	0,1163
23	0,0842	71	0,0991	119	0	167	0,2358	215	0,0353	263	0,1465
24	0,0725	72	0,1141	120	0,306	168	0,2358	216	0,0406	264	0,0747

25	0,0811	73	0,0801	121	0,4676	169	0,2358	217	0,0225	265	0,0783
26	0,108	74	0,0686	122	0,661	170	0,2358	218	0,1074	266	0,0635
27	0	75	0,0851	123	0,722	171	0,1501	219	0,1049	267	0,1379
28	0,5434	76	0,1097	124	0,5732	172	0,0629	220	0,1104	268	0,1484
29	0,5489	77	0,0991	125	0,693	173	0,0712	221	0,1042	269	0,1078
30	0,5968	78	0,1141	126	0,0941	174	0,0672	222	0,1135	270	0,1473
31	0,5345	79	0	127	0,5319	175	0,0668	223	0,1044	271	0,0962
32	0,8782	80	0,0801	128	0	176	0,742	224	0,1154	272	0,1442
33	0,5771	81	0,0686	129	0,306	177	0,0629	225	0,1015	273	0,2259
34	0,282	82	0,0851	130	0	178	0,0712	226	0,1089	274	0,1747
35	0,2864	83	0,1097	131	0,306	179	0,0672	227	0,1023	275	0,1763
36	0,2829	84	0,0991	132	0,2231	180	0,0668	228	0,0851	276	0,1686
37	0,296	85	0,1141	133	0	181	0,742	229	0,0769	277	0,0746
38	0,3799	86	0	134	0,2581	182	0,0629	230	0,0716	278	0,0798
39	0,3748	87	0,0801	135	0,1513	183	0,0712	231	0,0672	279	0,1122
40	0,395	88	0	136	0	184	0,0672	232	0,0694	280	0,056
41	0,282	89	0,0443	137	0,028	185	0,0668	233	0,0763	281	0,0809
42	0,2864	90	0	138	0,1076	186	0,0742	234	0,486	282	0,6924
43	0,2829	91	0,0443	139	0,1166	187	0,0629	235	0,3284	283	0,5647
44	0,296	92	0	140	0,3544	188	0,0712	236	0,4885	284	0,577
45	0,3799	93	0,0443	141	0,7725	189	0,0672	237	0,0896	285	0,0593
46	0,3748	94	0	142	0	190	0,0668	238	0,1182		
47	0,395	95	0	143	0	191	0,0742	239	0,0926		
48	0,282	96	0,8037	144	0,1101	192	0,0629	240	0,1343		



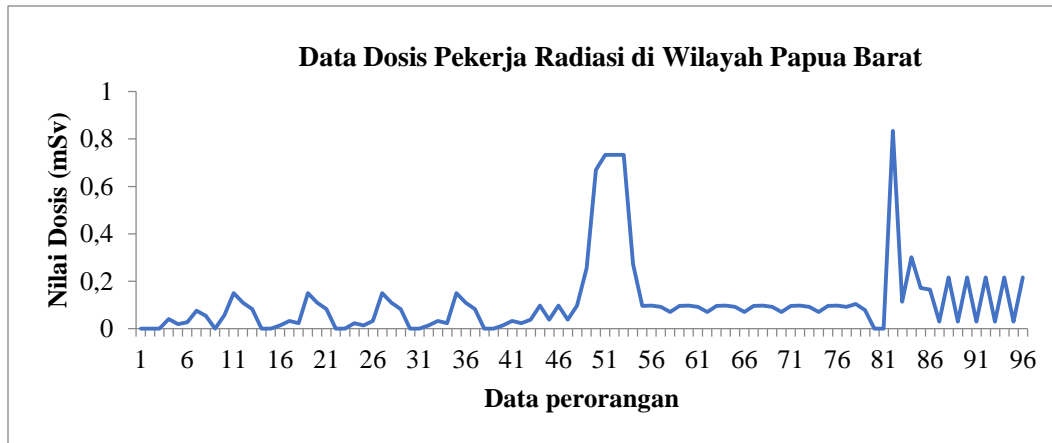
Gambar 2. Grafik Data Pemantauan Dosis Perorangan Pekerja Radiasi di Wilayah Papua

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa tercatat sebanyak 285 data dosis pekerja radiasi di wilayah Papua mulai dari bulan Januari 2020 hingga Agustus 2021. Dari keseluruhan data yang ada dosis terendah yang diterima oleh pekerja yang ada di Papua adalah 0 mSv dan dosis tertinggi yang diterima oleh salah satu pekerja adalah 0,8782 mSv. Sedangkan dosis rata-ratanya adalah 0,209000351 mSv. Pada gambar 2 juga menunjukkan hal yang sama yaitu menunjukkan grafik data pemantauan dosis perorangan pekerja radiasi di wilayah Papua.

Tabel 2. Data Pemantauan Dosis Perorangan Pekerja Radiasi Wilayah Papua Barat

No	Dosis Pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis Pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis Pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis Pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis Pekerja radiasi (mSv)	No	Dosis Pekerja radiasi (mSv)
1	0	17	0,032	33	0,032	49	0,2551	65	0,0916	81	0
2	0	18	0,0226	34	0,0226	50	0,6694	66	0,0702	82	0,8338
3	0	19	0,1495	35	0,1495	51	0,7325	67	0,0958	83	0,1132
4	0,0405	20	0,1094	36	0,1094	52	0,7325	68	0,0969	84	0,3011
5	0,0197	21	0,0832	37	0,0832	53	0,7325	69	0,0916	85	0,1711
6	0,0279	22	0	38	0	54	0,2727	70	0,0702	86	0,1649
7	0,0756	23	0	39	0	55	0,0958	71	0,0958	87	0,0298
8	0,0549	24	0,0226	40	0,0137	56	0,0969	72	0,0969	88	0,2157
9	0	25	0,0137	41	0,032	57	0,0916	73	0,0916	89	0,0298
10	0,0573	26	0,032	42	0,0226	58	0,0702	74	0,0702	90	0,2157
11	0,1495	27	0,1495	43	0,0386	59	0,0958	75	0,0958	91	0,0298

12	0,1094	28	0,1094	44	0,0975	60	0,0969	76	0,0969	92	0,2157
13	0,0832	29	0,0832	45	0,0386	61	0,0916	77	0,0916	93	0,0298
14	0	30	0	46	0,0975	62	0,0702	78	0,1044	94	0,2157
15	0	31	0	47	0,0386	63	0,0958	79	0,0791	95	0,0298
16	0,0137	32	0,0137	48	0,0975	64	0,0969	80	0	96	0,2157

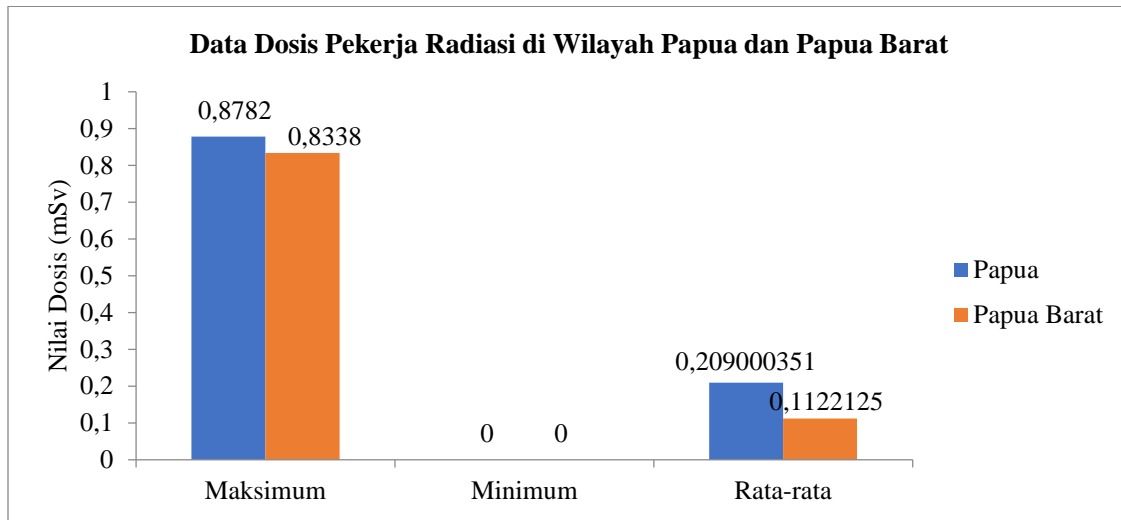


Gambar 3. Grafik Data Pemantauan Dosis Perorangan Pekerja Radiasi di Wilayah Papua Barat

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa tercatat sebanyak 96 data dosis pekerja radiasi di wilayah Papua Barat mulai dari bulan Januari 2020 hingga Agustus 2021. Dari keseluruhan data yang ada dosis terendah yang diterima oleh pekerja yang ada di Papua Barat adalah 0 mSv dan dosis tertinggi yang diterima oleh salah satu pekerja adalah 0,8338 mSv. Sedangkan dosis rata-ratanya adalah 0,1122125 mSv. Pada gambar 3 juga menunjukkan hal yang sama yaitu menunjukkan grafik data pemantauan dosis perorangan pekerja radiasi di wilayah Papua Barat.

Tabel 3. Hasil Pemantauan Dosis Perorangan Wilayah Papua dan Papua Barat

Provinsi	Dosis Maksimum (mSv)	Dosis Minimum (mSv)	Dosis rata-rata (mSv)
Papua	0,8782	0	0,209000351
Papua Barat	0,8338	0	0,1122125



Gambar 4. Hasil Pemantauan Dosis Perorangan Wilayah Papua dan Papua Barat

Pekerja radiasi adalah setiap orang yang bekerja di instalasi radiologi diagnostik dan intervensional yang diperkirakan dapat menerima dosis radiasi tahunan melebihi dosis untuk masyarakat umum (BAPETEN, 2003). Pemantauan dosis perorangan yang diterima para pekerja radiasi adalah hal yang wajib dilakukan. Hal ini dilakukan untuk membatasi dosis radiasi yang diterima para pekerja radiasi sebagaimana yang tertulis dalam PERKA BAPETEN no. 4 tahun 2003. Pemantauan dosis perorangan pada para pekerja radiasi dilakukan dengan memberikan dosimeter ke para pekerja radiasi yang berfungsi menangkap energi radiasi yang mengenainya selama pemantauan. Dosimeter tersebut kemudian dievaluasi secara periodik, misal setiap bulan atau setiap kwartalan. Dosimeter perorangan yang banyak digunakan di Indonesia adalah *Thermoluminescence Dosimeter* atau yang disebut TLD (Rahma et al, 2015). Sebagian dari pengobatan penyakit kanker dilakukan dengan menggunakan modalitas radioterapi yaitu pengobatan dengan radiasi pengion (Mursiyatun et al, 2014). Pemilihan alat ukur dosis radiasi pengion (dosimeter) terutama untuk dosis rendah sangat diperlukan. Dalam perkembangannya akhir-akhir ini, dosimeter yang memiliki sensitivitas tinggi dan telah banyak yang dikomersialkan, diantaranya adalah dosimeter pasif TLD (*Thermoluminescence Dosimeter*) dan OSLD (*Optically Stimulated Luminescence Dosimeter*) (Hanifatunnisa et al, 2018). *Thermoluminescence dosimeter* (TLD) sudah cukup lama digunakan secara luas sebagai alat QA (*Quality Assurance*) pasien dalam dosimetri medik. TLD yang sensitif dan banyak

digunakan dalam aplikasi fisika medik terutama pada pemeriksaan radiodiagnostik (Sofyan dan Kusumawati, 2012).

Pada penelitian ini dilakukan pemantauan dosis perorangan pekerja radiasi yang ada di wilayah Papua dan Papua Barat. Dari kedua wilayah tersebut dosis minimalnya sama yaitu 0 mSv sedangkan dosis maksimal berada pada wilayah Papua dan dosis rata-rata dari kedua wilayah tersebut adalah sebesar 0,18461286 mSv. Dari data diatas dapat kita simpulkan bahwa tidak ada pekerja yang menerima dosis melebihi batas dosis maksimal yang telah ditentukan oleh BAPETEN. Pemilihan bahan fosfor TLD yang tidak tepat untuk aplikasi medik dapat menyebabkan terjadinya kesalahan yang signifikan dalam memperkirakan dosis yang diterima pasien. Di samping itu, penentuan puncak kurva dalam menetapkan dosis dan tingkat kestabilan dari informasi dosis juga merupakan parameter penting yang tidak bisa diabaikan. Jumlah sinyal TLD per unit dosis serap, dipengaruhi oleh beberapa variabel percobaan dan bahan fosfor TLD. Batch pembuatan yang berbeda juga dapat menjadi penyebab terjadinya perbedaan sensitivitas TLD.

SIMPULAN

Setelah melakukan pemantauan dosis perorangan pada wilayah Papua dan Papua barat maka dapat disimpulkan bahwa 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 (dua puluh milisievert) per tahun dalam periode 5 (lima) tahun, dan 50 mSv (lima puluh milisievert) dalam 1 (satu) tahun tertentu (dosis efektif).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak BPFK Makassar, dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ancila, C., & Hidayanto, E. (2016). Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada Instalasi Radiologi dental Panoramik. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 441-450.
- Aryawijayanti, R., & Susilo, S. (2015). Analisis Dampak Radiasi Sinar-X Pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi Di Laboratorium Fisika Medik. *Jurnal MIPA Unnes*,

- 38(1), 25–30. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM>
- BAPETEN (Badan Pengawas Tenaga Nuklir). 2003. *Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Sistem Pelayanan Pemantauan Dosis Perorangan*. Jakarta, 1-52.
- Dabukke, H., Arintonang, F., Sijabat, S., & Yayasan Sinar Amal Bhakti, R. (2021). Analisis Berkas Sinar-X Pada Perisai Radiasi Berbasis Polyester Timbal Asetat di Murni Teguh Memorial Hospital. *JPFT*, 9(1), 70–76. <http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft>
- Fitler. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Perisai Radiasi Sinar-X Berbasis Polyester Timbal Asetat Sebagai Salah Satu Alternatif Pengganti Kaca Timbal. In *Tesis Universitas Sumatera Utara*. Universitas Sumatera Utara.
- Hanifatunnisa, R., Aliah, H & Sofyan, H. 2018. Perbandingan Sensitivitas TLD-100H (LiF:Mg,Cu,P) dan OSLD NanoDot (Al₂O₃:C) dalam Aplikasi Medis Pemantauan Dosis Rendah. *Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta*, 512-517. <https://www.slideshare.net/agungno/teori-dasar-tld> diakses 22 Februari 2022.
- Martewidyaningsihm, D. R., Milvita, D., Yuliati, H., & Kusumawati, D. D. (2015). Pengukuran Dosis Radiasi Ruangan Radiologi II Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Baiturahmah Padang Menggunakan Surveymeter Unfors-XI. *Jurnal Fisika Unnand*, 4(4), 414-418.
- Mauliku, N. E., & Ramadani. (2019). Hubungan Paparan Radiasi Sinar-X dengan Kadar Hematologi pada Petugas Radiologi Rumah Sakit Purwakarta. *Teras Kesehatan*, 2(1), 26–31.
- Pamungkas, O. D., Utari, U., Suharyana, S., Riyatun, R., & Hargiani, N. (2020). Optimalisasi Penggunaan Variasi Filter Pada Pesawat Sinar-X Mobile Guna Mencapai Nilai Entrance Skin Exposure (Ese) Sesuai Organ Pemeriksaan. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 5, 117–182. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v5i0.46609>
- Rahma, R., Widodo, C.S., & Nazaroh. (2015). Tanggapan Thermoluminescent Dosimeter CaSO₄:Dy Terhadap Medan Radiasi Campuran Beta, Gamma dan Medan Radiasi Campuran Beta. *BATAN*, 1-5
- Sofyan, H. & Kusumawati D. D. (2012). Perbandingan tanggapan Dosimeter Termoluminisensi LiF:Mg, Ti dan LiF:Mg,Cu,P Terhadap Dosis Dalam Aplikasi Medik. *Jurnal Sains dan teknologi Nuklis Indonesia*, 13(2), 109-118.
- Souisa, F., Ratnawati, & Sudarsana, B. (2014). Pengaruh Perubahan Jarak Obyek Ke Film Terhadap Pembesaran Obyek Pada Pemanfaatan Pesawat Sinar-X, Type CGR. *Buletin Fisika*, 15(2), 15–21.
- Suryani, D. (2018). Analisis Gelombang Elektromagnetik (Sinar-X) dalam Kesehatan Perspektif Al-Qur'an dan Sains. *PROSIDING Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 1(1), 115–120.

Widyaningsih, D & Sutanto, H. (2013). Penentuan Dosi Radiasi Eksternal Pada Pekerja Radiasi di Ruang Penyinaran Unit Radioterapi Ruma Sakit Dr. Kariadi Semarang. *Berkala Fisika*, 16(2), 57-62.