

EFEKTIVITAS DOSIS PAPARAN RADIASI DARI PESAWAT PANORAMIK DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH RADEN MATTAHER JAMBI

Chintiya Romarti¹, Jesi Pebralia^{1*}, Rista Mutia Anggraini¹

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi – Muara Bulian No.KM.15

Mendalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

*email: jesipebralia@unja.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jarak dan arah terhadap nilai paparan radiasi, menganalisis dosis yang diterima oleh pekerja radiasi dan masyarakat umum, serta menganalisis efektivitas proteksi radiasi dari pesawat panoramik. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian eksperimen, dimana peneliti melakukan pengukuran langsung terhadap variable-variabel penelitian dan melakukan analisis data. Penelitian dilakukan dengan mengukur dosis radiasi diberbagai arah pada jarak 0,5 m sejauh 2,5 m kearah depan dan samping kanan dan 0,5 m sejauh 1,5 m kearah samping kiri, pengukuran data terimaan dosis diambil di titik ruang operator, pelayanan, koridor dan ruang tunggu, pengukuran efektivitas radiasi diambil di titik pintu koridor, ruang tunggu dan ruang operator menggunakan alat ukur surveymeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis paparan radiasi berbanding terbalik dengan nilai jarak yang diukur. Nilai dosis yang diterima oleh radiografer pada ruang operator sebesar 0,107 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, pada koridor karyawan yaitu sebesar 0,0856 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, dan pada masyarakat di ruang tunggu sebesar 0,0856 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Nilai efektivitas proteksi radiasi pada ruang operator sebesar 94,40%, pada pintu masuk pasien dari ruang tunggu pesawat panoramik sebesar 92,12% dan pada pintu masuk radiografer dari ruang koridor karyawan sebesar 94,62%. Menurut konsep Tenth Value Thickness (TVT) hal ini cukup aman karena kemampuan proteksi yang ada dapat menyerap radiasi dengan baik.

Kata Kunci: Efektivitas Proteksi Radiasi; Panoramik; Paparan Radiasi; Surveymeter

ABSTRACT

[Titel: Effectiveness Of Radiation Exposure Doses From Panoramic Aircraft In The Radiology Installation Of The Raden Mattaher Regional Public Hospital, Jambi] This research aims to analyze the influence of distance and direction on radiation exposure values, assess the doses received by radiation workers and the general public, and evaluate the effectiveness of radiation protection from panoramic aircraft. The research method used is an experimental research method, where the researcher directly measures the variables of the study and conducts data analysis. The study was conducted by measuring radiation doses in various directions at distances ranging from 0.5 meters to 2.5 meters forward and to the right, and 0.5 meters to 1.5 meters to the left. Dose data reception was taken at operator room, service area, corridor, and waiting room points, and radiation protection effectiveness measurements were taken at corridor entrance, waiting room, and operator room points using a survey meter. The research results indicate that the radiation exposure dose is inversely proportional to the measured distance. The dose received by radiographers in the operator room is 0.107 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$, in the employee corridor, it is 0.0856 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$, and in the public waiting room, it is 0.0856 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$. The radiation protection effectiveness value in the operator room is 94.40%, at the patient entrance from the panoramic aircraft waiting room, it is 92.12%, and at the radiographer entrance from the employee corridor, it is 94.62%. According to the Tenth Value Thickness (TVT) concept, this is considered safe because the existing protection capabilities can effectively absorb radiation.

Keywords: Panoramic; Radiation Exposure; Radiation Protection Effectiveness; Survey Meter

PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah sebuah institusi kesehatan yang penting dalam kehidupan. Di dalam rumah sakit terdiri dari berbagai macam unit yang menangani masalah-masalah kesehatan, diantaranya instalasi radiologi yang memiliki tujuan untuk memberikan pelayanan pemeriksaan profesional dengan hasil berupa gambar/*image* untuk membantu para dokter dalam menegakkan diagnosis pasien yang ditangani (Rahmawati dan Hartono, 2021). Pada diagnosis rumah sakit memiliki berbagai macam alat, salah satunya Panoramik (Septiyanti dkk, 2020).

Panoramik atau dalam artian lainnya radiografi panoramik adalah teknik radiografi ekstraoral yang dapat memperlihatkan rahang atas dan rahang bawah sekaligus, serta struktur anatomis yang berdekatan dalam satu film (Nafi'iyah dan Wardhani, 2016). Pemeriksaan panoramik memanfaatkan radiasi pengion berupa sinar-X. Sinar-X memberikan informasi yang cukup akurat dari citra radiografi untuk menegakkan diagnosa suatu penyakit tanpa harus melakukan operasi bedah terlebih dahulu. Disamping manfaatnya yang besar sinar-X juga memiliki efek yang merugikan bagi kesehatan tubuh apabila dosis radiasi yang diterima oleh tubuh cukup tinggi, seperti mual, muntah, diare, demam, lemas hingga pingsan, kerontokan rambut, kulit memerah, gatal, bengkak hingga rasa terbakar, nyeri hingga kejang-kejang bahkan kematian. Tentu pada setiap orang efek yang dirasakan berbeda-beda dan tergantung juga terhadap kepekaan dan jangka waktu terpapar radiasi (Anita dan Indrianti, 2021).

Berdasarkan pada peraturan Pemerintah No. 33 tahun 2007 dan peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013, yang mengatur proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, nilai batas dosis (NBD) untuk pekerja radiasi tidak boleh melebihi 20 mSv per tahun rata-rata selama 5 tahun berturut-turut sehingga dosis yang terakumulasi selama 5 tahun tidak boleh melebihi 100 mSv, dengan ketentuan dosis efektif tidak boleh melebihi 50 mSv dalam 1 tahun tertentu, sedangkan nilai batas dosis (NBD) untuk anggota masyarakat tidak boleh melebihi 1 mSv dalam 1 tahun.

Berdasarkan hasil observasi, ruangan panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi memiliki luas 6,8 meter (panjang) x 7,3 meter (lebar) x 3,0 meter (tinggi) dan didalamnya terdapat ruang operator sebagai tempat pekerja radiasi dalam melakukan tindakan penyinaran. Ruang panoramik sendiri dibatasi berupa dinding perisai radiasi yang terlihat oleh kasat

mata hanya berupa kayu triplek dan tidak diketahui ketebalan timbal didalamnya. Ruang panoramik di RSUD Raden Mattaher Jambi juga sangat sering digunakan dikarenakan sekitar 50% keputusan medis harus didasarkan pada diagnosis sinar-X, karena banyak sekali berkas sinar-X yang tidak dapat dilihat oleh mata dan jika sinar tersebut terpapar oleh tubuh manusia secara terus menerus tanpa diperhatikan dosisnya maka akan banyak sekali masalah yang terjadi pada manusia yang terpapar, sehingga proteksi radiasi diperlukan. Instrumen proteksi radiasi berfungsi memantau daerah radiasi, mengukur laju dosis radiasi serta jumlah dosis yang diterima oleh pekerja radiasi dan memberi tanda peringatan dini (*warning system*) bila terjadi ketidaknormalan.

Sebelumnya, telah dilakukan penelitian mengenai analisis dosis paparan radiasi oleh Ancila dan Hidayanto (2016), penelitian yang dilakukan tentang "Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada Instalasi Radiologi Dental Panoramik" dalam mengukur paparan radiasi menggunakan surveymeter. Hasil dari penelitiannya paparan radiasi pada ruang operator sebesar 0,583 mr/h atau 5,83 μ Sv/jam, dan masih jauh di bawah nilai batas dosis sehingga masih aman untuk pekerja radiasi dan tidak terdeteksinya radiasi sinar-X pada ruang koridor karyawan saat *expose*, sehingga aman untuk kegiatan karyawan. Akan tetapi, pada penelitian ini tidak dilakukan uji coba terhadap variasi jarak pengukuran paparan radiasi.

Penelitian yang berhubungan dengan efektifitas dilakukan oleh Septiyanti dkk (2020) dalam mengukur efektifitas proteksi perisai radiasi sebesar 82,05% saat penyinaran pada ruang operator dan 81,08% saat penyinaran pada pintu ruang *general X-ray II*. Penelitian lain yang berhubungan dengan efektifitas telah dilakukan oleh Kupang (2013) dengan mengukur paparan radiasi sebelum dan setelah menembus kaca timbal (Pb) pada enam titik pengukuran. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan kaca Pb dapat menurunkan laju paparan hingga 99,51%.

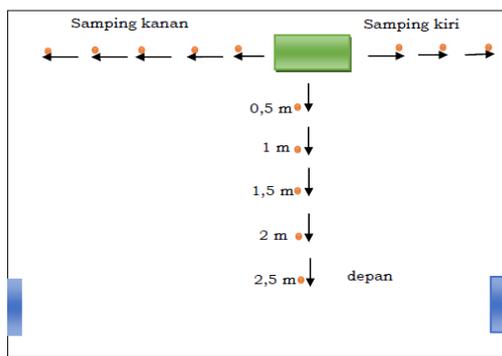
Penelitian ini bertujuan mengetahui besar dosis radiasi paparan yang dihasilkan pesawat sinar-X panoramik pada pengukuran berbagai arah dengan jarak yang berbeda-beda, mengetahui seberapa besar dosis radiasi paparan sinar-X yang diterima oleh pekerja radiasi di tempat kerja dan masyarakat umum di sekitar ruang radiologi serta mengetahui nilai efektifitas proteksi radiasi dengan mengukur dosis radiasi di dalam dan di luar ruangan melalui beberapa titik. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat diketahui apakah pekerja dan

orang-orang yang berada pada daerah penelitian menerima radiasi yang tidak diperlukan dan untuk mengetahui kelayakan keselamatan kerja di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen, yaitu peneliti melakukan pengukuran langsung terhadap variable-variabel penelitian dan kemudian melakukan analisis data. Pesawat sinar-X panoramik digunakan sebagai sumber radiasi, *surveymeter* digunakan sebagai pendeteksi paparan radiasi, meteran sebagai alat yang digunakan untuk mengukur jarak dari sumber radiasi ke titik pengukuran, dan *ms.excel* sebagai pengolah data. Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur tentang pesawat sinar-X, radiasi, serta pengamanannya.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan
3. Mengukur dosis yang dihasilkan pesawat sinar-X panoramik dengan berbagai arah dengan jarak yang berbeda. Sebelum *expose* dilakukan, pertama-tama mengatur kuat arus sebesar 8.0 mA (begitu pula pada kuat arus 10 mA) dan tegangan 66 kV. Ketinggian lantai terhadap *surveymeter* sejauh 1,5 m yang sejajar dengan pesawat panoramik. Dosis diukur setiap jarak 0,5 m sejauh 2,5 m ke arah depan, sejauh 2,5 m ke arah samping kanan, serta setiap jarak 0,5 m sejauh 1,5 m ke arah samping kiri dari sumber radiasi sesuai denah Gambar 1.



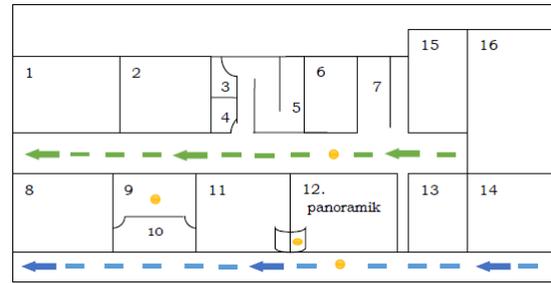
Gambar 1. Denah Titik Pengukuran Ruang Pesawat Panoramik

Keterangan:

- = Titik Pengukuran
- = Pintu Kayu
- = Jarak Pengukuran
- = Tabung Sinar-X

4. Kemudian mengukur paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi dan masyarakat dengan melakukan pengukuran pada ruang operator, ruang pelayanan, ruang koridor karyawan dan ruang tunggu pada 4 titik kuning yang

ditunjukkan pada Gambar 2 menggunakan kuat arus sebesar 10 mA dan tegangan 66 kV.

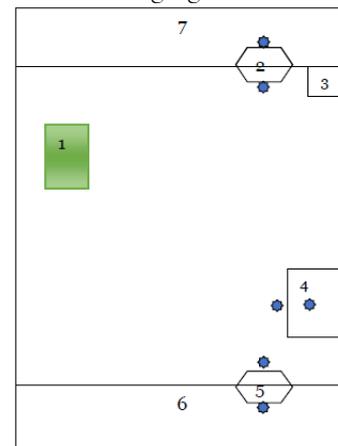


Gambar 2. Denah Instalasi RSUD Raden Mattaher Jambi

Keterangan:

- ← = Arah Evakuasi/Koridor
- ← = Arah Evakuasi/Ruang Tunggu

1. R. Usg
 2. R. Ekpertise
 3. Kamar Gelap1
 4. Toilet
 5. R. Cr
 6. R. Jaga Radiografer
 7. Dapur
 8. R. Ct Scan Ge.
 9. R. pelayanan/Administrasi
 10. Loket Rontgen
 11. R. Foto I
 12. R. Panoramik
 13. R. Foto II
 14. R. Fluorocopy
 15. R. General Chek Up
 16. R. General Chek Up
5. Untuk pengambilan data efektifitas perisai radiasi, diukur pada titik biru yang dapat dilihat pada Gambar 3 dengan menggunakan kuat arus sebesar 10 mA dan tegangan 66 kV.



Gambar 3. Denah Ruang Panoramik

keterangan:

1. Pesawat panoramik
2. Pintu ruangan dari ruang tunggu
3. Toilet

4. Ruang operator
5. Pintu ruangan dari koridorkaryawan
6. Ruang koridor karyawan
7. Ruang tunggu

Setelah data didapatkan berupa dosis yang terukur pada surveymeter, nilai yang ditampilkan alat harus dikalikan dengan faktor kalibrasinya. Menganalisis laju paparan radiasi menggunakan persamaan.

$$Ds = FK \cdot Du \tag{1}$$

keterangan:

Ds = Nilai dosis sebenarnya

FK = Faktor kalibrasi

Du = Nilai dosis bacaan alat ukur

Data dianalisis untuk nilai efektifitas proteksi radiasi menggunakan persamaan.

$$efektifitas = \frac{D_0 - D_a}{D_0} \times 100\% \tag{2}$$

keterangan:

D_0 : Paparan hambur sebelum melewati perisai radiasi

D_a : Paparan hambur setelah melewati perisai radiasi

Setelah data diolah kemudian dilakukan verifikasi data menurut acuan paparan radiasi. Tolak ukur tingkat paparan radiasi paparan radiasi yang ditempati pekerja radiasi tidak boleh melebihi 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, untuk masyarakat umum tidak boleh melebihi 2,5 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

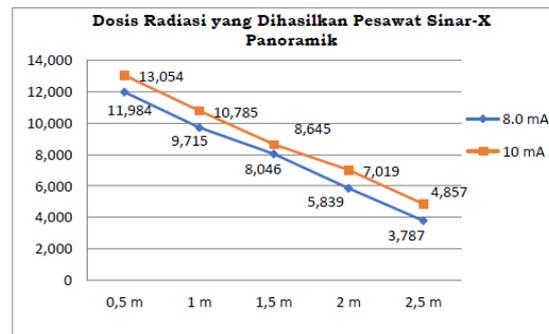
Laju Dosis Paparan Radiasi di Dalam Ruangan dengan Pengukuran Berbagai Arah Pada Jarak Pengukuran yang Berbeda

Adapun hasil pengukuran paparan radiasi sinar-X dari pesawat panoramik berbagai arah dan jarak dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pengukuran paparan radiasi sinar-x dari pesawat panoramik berbagai arah pada jarak yang berbeda.

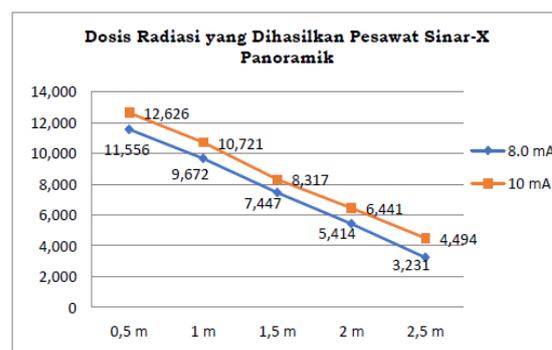
Titik pengukuran	Variasi kuat arus	Dosis paparan rata – rata pada jarak ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$).				
		0,5 m	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m
Depan pesawat	8.0 mA	11,984	9,715	8,046	5,839	3,787
	10 mA	13,054	10,785	8,645	7,019	4,857
Samping kanan pesawat	8.0 mA	11,556	9,672	7,447	5,414	3,231
	10 mA	12,626	10,721	8,317	6,441	4,494
Samping kiri pesawat	8.0 mA	11,556	9,672	7,447	-	-
	10 mA	12,626	10,785	8,517	-	-

Dari tabel hasil pengukuran paparan radiasi sinar-X dari pesawat panoramik dapat dibuat dalam grafik berikut:



Gambar 4. Grafik laju dosis paparan radiasi yang diterima didepan tabung terhadap perubahan jarak

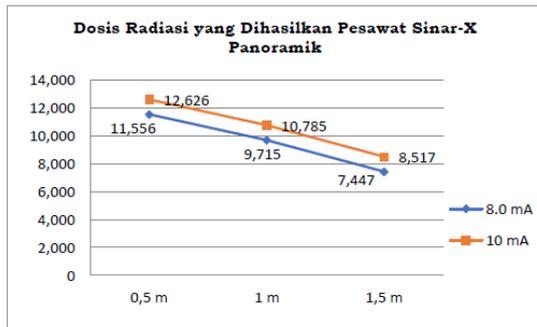
Berdasarkan gambar diatas, untuk titik pengukuran dinding depan pesawat sinar-X pada variasi kuat arus 8.0 mA maupun 10 mA dapat dilihat pada setiap variasi jarak mengalami penurunan nilai dosis paparan rata-ratanya, penurunan nilai yang dialami juga dapat dikatakan tidak terlalu drastis. Selain itu dapat dilihat juga paparan radiasi yang terbaca sangat besar pada jarak pengukuran 0,5 m dengan variasi kuat arus 10 mA yaitu 13,054 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, sedangkan radiasi paling rendah yaitu pada jarak 2,5 m dengan variasi kuat arus 8.0 mA yaitu 3,787 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.



Gambar 5. Grafik laju dosis paparan radiasi yang diterima disamping kanan tabung terhadap perubahan jarak

Selanjutnya untuk titik pengukuran samping kanan pesawat, sama halnya dengan pengukuran pada arah depan pesawat yakni pada variasi kuat arus 8 mA dapat dilihat pada setiap variasi jarak mengalami penurunan nilai dosis paparan rata-ratanya, penurunan nilai yang dialami juga dapat dikatakan tidak terlalu drastis. Kemudian pada variasi kuat arus 10 mA dapat dilihat bahwa rata-rata nilai dosis paparan yang didapatkan juga

mengalami penurunan. Selain itu dapat dilihat juga paparan radiasi yang terbaca sangat besar pada jarak pengukuran 0,5 m dengan variasi kuat arus 10 mA yaitu 12,626 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, sedangkan radiasi paling rendah yaitu pada jarak 2,5 m dengan variasi kuat arus 8 mA yaitu 3,231 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.



Gambar 6. Grafik laju dosis paparan radiasi yang diterima disamping kiri tabung terhadap perubahan jarak

Kemudian untuk titik pengukuran samping kiri pesawat sinar-X, kelima variasi jarak tidak dapat digunakan, untuk titik pengukuran ini maksimal variasi jarak yang dapat digunakan yaitu sebesar 1,5 m. Hal ini karena letak pesawat yang dekat dengan dinding proteksi sehingga pengukuran yang dapat dilakukan hanya bisa dilakukan pada jarak sejauh 1,5 m. Dapat dilihat dari gambar 6 di atas, untuk titik pengukuran samping kiri pesawat sinar-X pada variasi kuat arus 8.0 mA maupun 10 mA dapat dilihat pada setiap variasi jarak mengalami penurunan nilai dosis paparan rata-ratanya, penurunan nilai yang dialami juga dapat dikatakan tidak terlalu drastis. Selain itu gambar memperlihatkan bahwa radiasi disamping kiri pesawat jarak 0,5 m, 1 m, dan 1,5 m. Radiasi yang terbaca sangat besar pada jarak pengukuran 0,5 m dengan variasi kuat arus 10 mA yaitu 12,626 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, sedangkan radiasi paling rendah yaitu pada jarak 1,5 m dengan variasi kuat arus 8.0 mA yaitu 7,447 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

Kesimpulan dari seluruh data yang didapatkan bahwa dengan adanya perubahan titik pengukuran maka akan mempengaruhi laju paparan radiasi pada suatu titik/tempat tertentu yang memungkinkan seorang petugas atau pekerja radiasi menerima laju dosis paparan radiasi tersebut. Selain itu juga jarak mempengaruhi besar kecilnya laju paparan radiasi yang diterima objek/pasien terlihat bahwa semakin jauh jarak maka dosis paparan radiasi melemah. Selain itu juga terlihat nilai dosis paparan radiasi meningkat seiring dengan meningkatnya nilai arus (mA) maka semakin besar pula paparan radiasi

yang diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai dosis radiasi yang terbaca dipengaruhi oleh jarak, luas ruangan, tegangan, arus, dan waktu.

Hasil ini telah sesuai dengan penelitian Anugrah (2018) bahwa semakin jauh jarak pengukuran terhadap sumber maka laju paparannya semakin kecil, hal ini sesuai dengan hukum kuadrat jarak, yaitu dosis radiasi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Penelitian ini juga telah sesuai dengan hasil penelitian Aryawijayanti, dkk (2015) bahwa tingkat paparan radiasi tertinggi berada pada daerah sekitar sumber radiasi. Semakin jauh (besar) jarak antara objek dengan pusat sumber radiasi maka dosis radiasi yang diterima semakin rendah. Selain itu hasil ini juga sesuai pada penelitian Rahmat, dkk (2022) bahwa sebaran radiasi sangat dipengaruhi oleh jarak dan penggunaan *shielding*, ini sesuai dengan teori *invers square law* yang menyatakan besarnya intensitas cahaya atau gelombang linier yang memancar dari titik sumber berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber atau semakin jauh jarak semakin kecil paparan radiasi.

Dosis Radiasi Sinar-X yang diterima Pekerja Radiasi dan Masyarakat.

1. Paparan Radiasi Sinar-X yang diterima Pekerja Radiasi

Dosis radiasi ini diukur untuk mengetahui berapa besar radiasi yang diterima radiografer ditempat kerja saat melakukan *expose* maupun pada saat melayani masyarakat diruang pelayanan yang diukur pada 3 ruangan yaitu ruang operator, ruang pelayanan dan ruang koridor karyawan:

a. Paparan radiasi pada ruang operator

Hasil pengukuran radiasi diruang operator dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil pengukuran paparan radiasi di ruang operator

No	Jarak dari sumber	Jumlah paparan radiasi ditampilkkan alat ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Faktor kalibrasi	Jumlah paparan radiasi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis rata-rata ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)
1		0,1		0,107	
2		0,5		0,0535	
3	4,5 meter	0,5	1,07	0,0535	0,107
4		0,1		0,107	
5		0,2		0,214	

Operator dengan sumber sinar-X dari panoramik berjarak 4,5 meter, nilai yang terukur adalah 0,107 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Nilai ini menunjukkan kemampuan penahan radiasi untuk mengurangi laju paparan hambur pada ruang operator sangat baik. Paparan radiasi diserap baik oleh timbal yang ada disekitar ruang operator sehingga para pekerja yang menempati ruang operator pada saat melakukan

expose masih aman karena nilai tersebut masih jauh dibawah nilai batas dosis yang diterapkan oleh Perka BAPATEN yaitu 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ atau 2,5 mR/jam .

b. Paparan radiasi pada ruang pelayanan atau administrasi

Hasil pengukuran radiasi diruang pelayanan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil pengukuran paparan radiasi di ruang pelayanan

No	Jarak dari sumber	Jumlah paparan radiasi ditampikan alat ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Faktor kalibrasi	Jumlah paparan radiasi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis rata – rata ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)
1		0		0	
2		0		0	
3	14 meter	0	1,07	0	0
4		0		0	
5		0		0	

Ruang pelayanan dengan sumber radiasi sinar X panoramik berjarak 14 meter. Nilai yang terukur adalah 0 atau tidak terukur paparan radiasi nya. Pada alat surveymeter tidak terdeteksi adanya sinar-X saat dilakukan *expose*. Hal tersebut dapat terjadi karena jarak yang cukup jauh yakni 14 meter dari sumber radiasi sinar-X pesawat panoramik, letak ruangan yang jauh ini sangat aman untuk para staf administrasi yang sedang bekerja diinstalasi radiologi, selain jarak yang cukup jauh ruang pelayanan juga terhalang oleh dinding tembok yang dilapisi timbal, timbal berfungsi menahan radiasi sehingga radiasi tidak sampai kesana.

c. Paparan radiasi pada koridor karyawan

Hasil pengukuran radiasi dikoridor karyawan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil pengukuran paparan radiasi di koridor karyawan

No	Jarak dari sumber	Jumlah paparan radiasi ditampikan alat ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$)	Faktor kalibrasi	Jumlah paparan radiasi ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis rata – rata ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$)
1		0,05		0,0535	
2		0,05		0,0535	
3	5,5 meter	0,1	1,07	0,107	0,0856
4		0,1		0,107	
5		0,1		0,107	

Ruang koridor karyawan ini berjarak 4,8 meter dari sumber sinar X yaitu pesawat panoramik. Dari hasil pengukuran menggunakan surveymeter, terukur paparan radiasi 0,0856 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Hal ini dapat terjadi karena adanya paparan radiasi yang berhasil keluar ke ruang koridor yang tidak terserap oleh timbal yang berada di pintu ruangan yang dimana timbal pada pintu ruangan tersebut berfungsi

sebagai perisai radiasi. Lolosnya radiasi ini juga dapat melalui celah kunci pada pintu ruangan dan celah-celah dibawah pintu juga dapat berpotensi keluarnya radiasi. Selain itu kondisi pintu ruangan yang tidak benar-benar tertutup rapat juga dapat menyebabkan radiasi yang bocor. Maka hal-hal seperti ini perlu diperhatikan oleh petugas radiasi untuk kepentingan proteksi radiasi namun nilai tersebut masih aman karena masih jauh dibawah pembatas dosis untuk pekerja yang diperkenankan oleh Perka BAPATEN No. 4 Tahun 2013.

2. Paparan Radiasi yang Diterima oleh Masyarakat

Hasil pengukuran radiasi diruang tunggu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil pengukuran paparan radiasi diruang tunggu

No	Jarak dari sumber	Jumlah paparan radiasi ditampikan alat ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Faktor kalibrasi	Jumlah paparan radiasi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis rata – rata ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$)
1		0,1		0,107	
2		0,05		0,0535	
3	4 meter	0,05	1,07	0,0535	0,0856
4		0,1		0,107	
5		0,1		0,107	

Paparan radiasi ini diukur untuk mengetahui seberapa besar paparan radiasi yang diterima masyarakat agar masyarakat merasa aman. Nilai yang terukur adalah 0,0856 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa paparan radiasi yang diterima oleh masyarakat umum dalam kondisi aman karena paparan radiasi diserap baik oleh timbal yang ada di sekitar ruang panoramik. Kursi - kursi yang ada pada ruang tunggu juga diletakan berseberangan dengan dinding ruang panoramik sehingga jarak sumber radiasi ke masyarakat cukup jauh. Sedikit radiasi yang lolos disebabkan oleh celah-celah yang ada dibawah pintu ruangan. Melalui celah tersebut berpotensi keluarnya radiasi. Tetapi masyarakat yang berada diruang tunggu tidak menetap lama diruang tunggu dan masyarakat juga berganti – ganti sehingga paparan radiasi yang diterima masih aman karena nilai tersebut masih jauh dibawah nilai batas dosis yang diterapkan oleh Perka BAPATEN.

Efektifitas Proteksi Radiasi

1. Efektifitas Proteksi Radiasi pada Ruang Operator

Hasil pengukuran efektifitas perisai radiasi pada ruang operator dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil pengukuran efektifitas radiasi diruang operator

No	Jarak dari sumber radiasi	Dosis awal D_0	Dosis akhir D_a	Faktor kalibrasi	Dosis awal ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis akhir ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Efektifitas (%)
1		1,8	0,1		1,926	0,107	
2		1,8	0,05		1,926	0,0535	
3	4,5 meter	1,8	0,05	1,07	1,926	0,0535	94,40
4		1,7	0,1		1,819	0,107	
5		1,7	0,2		1,819	0,214	

Dosis radiasi pada ruang operator telah diukur dengan jarak 4,5 m dari sumber sinar-X, untuk mengetahui nilai efektifitas proteksi radiasi pada ruang operator. Pengukuran dilakukan menghasilkan dua dosis yaitu dosis awal yakni dimana radiasi belum menembus proteksi radiasi dan dosis akhir yakni radiasi sudah menembus proteksi radiasi. Hasil perhitungan efektifitas proteksi radiasi pada ruang operator nilai yang dihasilkan cukup besar yaitu 94,40 %. Hal ini berarti bahwa proteksi radiasi pada pintu ruang operator cukup aman karena proteksi radiasi dapat menyerap radiasi cukup baik.

2. Efektifitas Proteksi Radiasi Pada Pintu Ruang Tunggu

Hasil pengukuran efektifitas perisai radiasi pada pintu ruangan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil pengukuran efektifitas perisai radiasi pintu ruang tunggu

No	Jarak dari sumber radiasi	Dosis awal D_0	Dosis akhir D_a	Faktor kalibrasi	Dosis awal ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis akhir ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Efektifitas (%)
1		2,6	0,2		2,782	0,214	
2		2,5	0,2		2,675	0,214	
3	3 meter	2,5	0,2	1,07	2,675	0,214	92,12
4		2,6	0,2		2,782	0,214	
5		2,5	0,2		2,675	0,214	

Pintu ruangan ini berjarak 3 m dari sumber sinar-X. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 2 data yaitu dosis awal dan dosis akhir. Dosis awal dilakukan di titik pintu ruangan bagian dalam atau bagian di dalam ruang radiologi dan dosis akhir dititik pintu diluar ruangan panoramik. Efektifitas perisai radiasi pada pintu ruangan dari ruang tunggu ini diukur untuk memastikan bahwa tidak adanya radiasi yang bocor ke area masyarakat. Sehingga masyarakat tetap aman dan tidak menerima dosis

radiasi yang tidak diperlukan karena kita harus mengingat mengenai asas optimasi yakni penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi harus diupayakan agar pekerja radiasi diinstalasi radiologi dan anggota masyarakat di sekitar instalasi radiologi menerima paparan radiasi serendah mungkin yang dapat dicapai. Hasil perhitungan efektifitas proteksi radiasi pada pintu mengarah ke ruang tunggu nilai yang dihasilkan cukup besar yaitu 92,12%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan proteksi radiasi pada pintu ruang tunggu panoramik efektif karena proteksi yang ada dapat menyerap radiasi dengan baik.

3. Efektifitas Proteksi Radiasi Pada Pintu Koridor Karyawan

Hasil pengukuran efektifitas proteksi radiasi pada pintu ruang koridor dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Hasil pengukuran efektifitas perisai radiasi pintu ruang koridor

No	Jarak dari sumber radiasi	Dosis awal D_0	Dosis akhir D_a	Faktor kalibrasi	Dosis awal ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Dosis akhir ($\mu\text{Sv}/\text{Jam}$) x faktor kalibrasi	Efektifitas (%)
1		1,3	0,05		1,391	0,0535	
2		1,5	0,1		1,605	0,107	
3	6 meter	1,3	0,1	1,07	1,391	0,107	94,62
4		1,4	0,1		1,498	0,107	
5		1,3	0,05		1,391	0,0535	

Dosis radiasi pada pintu ruangan panoramik dari ruang koridor telah diukur dengan jarak 6 meter dari sumber sinar-X, untuk mengetahui nilai efektifitas proteksi radiasi pada pintu. Pengukuran dilakukan menghasilkan dua dosis yaitu dosis awal yakni di titik pintu ruang panoramik dan dosis akhir yakni di titik pintu luar ruang panoramik. Hasil perhitungan efektifitas proteksi radiasi pada pintu ruang panoramik nilai yang dihasilkan yaitu 94,62%. Pintu ruang panoramik berada jauh dari sumber radiasi sehingga radiasi yang sampai pada pintu ruang panoramik yang dipakai untuk keluar masuk staf pekerja yang melakukan foto rontgen juga kecil, tetapi tetap ada radiasi karena radiasi dapat keluar melalui celah-celah yang ada di lubang kunci/bawah pintu ruangan. Namun berdasarkan hasil efektifitas proteksi radiasi tersebut, dapat disimpulkan proteksi radiasi pada pintu ruang panoramik efektif atau cukup aman, karena proteksi yang ada dapat menyerap radiasi dengan baik.

Proteksi radiasi bertujuan mengurangi intensitas radiasi dengan memanfaatkan interaksi

radiasi dengan materi. Berdasarkan data – data uji efektifitas proteksi radiasi yang telah dilakukan pada beberapa titik seperti pada ruang operator, pintu ruang tunggu dan pada pintu ruang koridor dapat disimpulkan tergolong aman untuk pekerja radiasi dan masyarakat umum karena proteksi yang ada dapat menyerap radiasi dengan baik. Menurut konsep *Tenth Value Thickness* (TVT), proteksi yang baik bisa menahan radiasi minimal 90%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengukuran paparan radiasi di dalam ruangan dari berbagai arah dengan jarak yang berbeda-beda disekitar pesawat sinar-X, diperoleh kesimpulan bahwa hasil yang diperoleh menunjukkan nilai dosis paparan radiasi berbanding terbalik dengan nilai jarak yang diukur, yaitu dosis paparan radiasi menurun seiring dengan meningkatnya nilai jarak dari sumber radiasi. Nilai dosis yang diterima oleh radiografer pada ruang operator sebesar $0,107 \mu\text{Sv}/\text{jam}$, nilai tersebut tidak signifikan letak ruang pelayanan yang jauh dari *expose*, sementara itu untuk koridor karyawan nilai dosis yang diterima sebesar $0,0856 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Sedangkan untuk paparan radiasi yang diterima oleh masyarakat sekitar ruang tunggu sebesar $0,0856 \mu\text{Sv}/\text{jam}$, berdasarkan Perka BAPATEN yakni paparan radiasi yang ditempati pekerja radiasi tidak boleh melebihi $25 \mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan untuk masyarakat umum tidak boleh melebihi $0,25 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Sehingga paparan radiasi yang ada pada daerah penelitian masih berada dalam kategori aman. Dari penelitian ini juga didapatkan nilai efektifitas proteksi radiasi, untuk mengetahui nilai efektifitas proteksi radiasi, pengukuran dilakukan dengan menghasilkan dua dosis yaitu dosis awal yakni dimana radiasi belum menembus proteksi radiasi dan dosis akhir yakni radiasi sudah menembus proteksi radiasi. Nilai efektifitas proteksi radiasi pada ruang operator sebesar 94,40%, pada pintu masuk pasien dari ruang tunggu pesawat panoramik sebesar 92,12% dan pada pintu masuk radiografer dari ruang koridor karyawan sebesar 94,62%. menurut konsep *Tenth Value Thickness* (TVT) hal ini cukup aman karena kemampuan proteksi yang ada dapat menyerap radiasi dengan baik.

Untuk penelitian selanjutnya yang menggunakan surveymeter diharapkan tidak hanya mengukur dan menganalisis radiasi dari pesawat panoramik saja, tetapi memperluas objek penelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ancila, C., dan Hidayanto, E. (2016). Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada Instalasi Radiologi Dental Panoramik. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 441-450.
- Anita, F., dan Indrianti, R. (2021). Pengukuran Sebaran Paparan Hambur dan Efektifitas Perisai Radiasi di Laboratorium TRO Jakarta II. *Jurnal Ilmiah Giga*, 24(2), 44-54.
- Anugrah, N. A. (2018). Pengukuran Entrasse Skin Exposure Dan Laju Paparan Radiasi Hambur Pada Pemeriksaan Kepala Dengan Metode Tegangan Tinggi Di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 5(1), 62-71.
- Aryawijayanti, R., Susilo, S., & Sutikno, S. (2015). Analisis Dampak Radiasi Sinar-X Pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi Di Laboratorium Fisika Medik. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 38(1), 25-30.
- BAPATEN (2011). Nomor 8 Tahun 2011. Tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- BAPATEN (2013). Nomor 4 Tahun 2013. Tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- Kupang, P. W. Z. J. 2013. Pengukuran Laju Radiasi Sinar-X Pada Ruang Operator RSUD. Prof. DR. W. Z. Johannes Kupang. *Youngster Physics Journal*, 2 (2): 49 – 52.
- Nafi'iyah, N., dan Wardhani, R. (2016). Sistem Identifikasi Jenis kelamin manusia Berdasarkan foto Panoramik. *Prosiding*.
- Rahmat, Y., Gustia, R. M., & Salim, A. (2022) Analisis Sebaran Radiasi Hambur Pesawat Sinar X Konvensional di Instalasi Radiologi Rsia Zainab. *Medical Imaging and Radiation Protection Research Journal*, 2(1), 1 – 6.
- Rahmawati, H., dan Hartono, B. (2021). Kepaniteraan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Muhammadiyah Public Health Journal*, 1(2), 139-154.
- Septiyanti, I., Khalif, M. A., dan Anwar, E. D. (2020). Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada General X-Ray II Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Muhammadiyah Semarang. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 6(2), 96-102.