

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Radiasi adalah pelepasan dan penyebaran energi dalam bentuk gelombang atau partikel yang dapat bergerak melalui ruang hampa atau media tertentu. Bentuk-bentuk radiasi termasuk radiasi elektromagnetik (Asriwati, 2017), seperti cahaya dan gelombang radio, serta radiasi partikel, seperti radiasi alfa, beta, dan gamma. Sumber radiasi dapat berasal dari alam maupun dari aktivitas manusia, seperti sinar matahari, sinar kosmik, dan radiasi dari zat-zat radionuklida (Artitin, 2022).

Sinar gamma telah digunakan secara komersial untuk membersihkan alat kedokteran, bahan pengemas, bahan baku obat, atau untuk membunuh bakteri patogen dan pembusuk dalam makanan, kosmetik, dan bahan bakunya, sehingga bahan tersebut dapat digunakan dengan aman dan disimpan lebih lama (Hilmy, 1995). Walaupun memiliki manfaat, paparan radiasi yang berlebihan dapat berbahaya bagi kesehatan. Efek radiasi ini dapat berdampak pada manusia, seperti penyakit kanker bahkan kematian (Mohammad Yoshandi et al., 2020). Untuk meminimalisir paparan radiasi yang berlebihan dapat dilakukan proteksi radiasi.

Menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013, proteksi radiasi adalah tindakan untuk mengurangi bahaya yang disebabkan oleh paparan radiasi. Proteksi radiasi mencakup penggunaan peraturan yang mengatur penggunaan radiasi dan bahan-bahan radionuklida serta pengawasan terhadap bahaya radiasi. Peralatan proteksi radiasi termasuk peralatan yang memantau tingkat radiasi dan/atau kontaminasi radionuklida di tempat kerja dan peralatan pemantau dos (KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR REPUBLIK INDONESIA, n.d.).

Sebelumnya, telah dilakukan penelitian mengenai analisis dosis paparan radiasi oleh Hasmawati (2016) pada radiasi sinar-x di Unit Radiologi RS Bhayangkara Makassar. Penelitian ini menggunakan surveymeter ION DIG

Model 4-0042, meteran, jangka sorong, dan pesawat sinar-X. Laju paparan radiasi yang dihasilkan pesawat sinar-x di berbagai arah diperoleh radiasi terbesar terdapat pada arah samping kiri pesawat yaitu 3600 $\mu\text{Sv/h}$, laju dosis pada pengukuran vertikal dan horizontal dengan jarak yang sudah ditentukan radiasi yang terbesar yaitu pintu operator pengukuran vertical yaitu sebesar 3400 $\mu\text{Sv/h}$, dosis rata-rata yang diterima oleh operator sebesar 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ (Hasmawati, 2016).

Penelitian mengenai proteksi radiasi telah dilakukan oleh Syahda, Aprizka dkk. (2020). Penelitian dilakukan pada pekerja di instalasi radiologi RS Naili SBD, RS Selaguri, dan RS UNAND menggunakan data sekunder untuk dosis radiasi perorangan pekerja radiasi dan data primer untuk laju paparan radiasi di instalasi radiologi menggunakan *surveymeter 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. 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 (Syahda et al., 2020).

Penelitian lain mengenai proteksi radiasi juga dilakukan di ruang CT-Scan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak (RSO) DR. Drs. M. Hatta Bukittinggi oleh Cindy Wulanda Harwin dkk. (2022). Menggunakan *Surveymeter Fluke 451b*. Pengambilan data dilakukan di titik yang berbeda sebanyak tiga kali dengan tegangan 120 kV dan arus 240 mA. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa laju dosis radiasi di sekitar ruangan CT-Scan berkisar antara 0-0,367 $\mu\text{Sv/h}$. Laju dosis yang didapatkan masih berada di bawah nilai yang ditentukan oleh Perka BAPETEN No. 8 Tahun 2011. Fasilitas proteksi radiasi di sekitar ruangan CT-Scan instalasi radiologi rumah sakit telah memenuhi syarat Safety Report Series (SRS) No. 39 IAEA (Harwin et al., 2023).

Soraya Noor Fadhila (2011) melakukan penelitian mengenai proteksi radiasi di instalasi radiodiagnostik RSUD DR. Moewardi Surakarta melalui

observasi lapangan dan wawancara kepada bagian radiodiagnostik RSUD DR. Moewardi Surakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat protektif dan proteksi radiasi sudah sesuai dengan aturan KEMENKES, nilai batas dosis masih dalam batas aman 5 mSv pertahun, dan prosedur proteksi paparan radiasi sudah sesuai (Fadhilla, 2011).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dosis paparan radiasi di Laboratorium Fisika Nuklir UIN Sunan Gunung Djati. Laboratorium Fisika Nuklir UIN Sunan Gunung Djati memiliki radionuklida berupa Cobalt-60, Americium-241, Radium-226, dan *Mixed Nuclide*. Dari radionuklida tersebut terpancar paparan radiasi ke segala arah, termasuk ke luar Laboratorium Fisika Nuklir. Di samping Laboratorium Fisika Nuklir terdapat Laboratorium Geofisika dan Laboratorium Karakteristik Material. Kegiatan pada kedua laboratorium ini cukup sering dan dalam kurun waktu yang cukup lama sekitar 1-3 jam. Namun, orang yang berada di kedua laboratorium ini tidak mengetahui bahwa mereka terpapar radiasi. Sebelumnya, belum pernah ada penelitian mengenai dosis paparan radiasi radionuklida di Laboratorium Fisika Nuklir.

Penelitian meliputi pengukuran laju dosis radiasi paparan menggunakan *surveymeter* dan simulasi Fluka, serta penerapan tiga prinsip proteksi radiasi diantaranya pengaturan waktu, pengaturan jarak, dan penggunaan perisai radiasi. Penelitian secara simulasi sebagai bentuk *quality control* (QC), mengawasi dan melakukan QC adalah peran Fisikawan Medis, bertanggungjawab untuk mengevaluasi dan memastikan keakuratan dan keamanan perangkat dan praktik medis (Amurao et al., 2023). Penelitian perlu dilakukan untuk meningkatkan kesadaran mahasiswa dan tenaga pendidik akan pentingnya proteksi radiasi pada Laboratorium UIN Sunan Gunung Djati untuk 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.

Alfian Rizani dkk. (2012). Melakukan penelitian menggunakan program EGSnrc untuk menentukan dosis sinar-X 6 MV pada ketakhomogenan medium jaringan tubuh dengan diperoleh hasil karakteristik distribusi dosis yang sama

antara hasil simulasi pada fantom jaringan lunak dan fantom air dimana keduanya memiliki dosis maksimum (D_{maks}) di kedalaman 1,5 cm (Rizani et al., 2012).

Penelitian lain yang menggunakan program juga dilakukan oleh Rasito T dkk. (2016). Menggunakan metode Monte Carlo dengan program komputer MCNPX untuk optimasi tebal perisai radiasi siklotron Decy-13. Diperoleh hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan desain perisai ini laju dosis di luar dinding ruang turun hingga $1 \mu\text{Sv/jam}$ (Rasito et al., 2016).

Dari penelitian sebelumnya, simulasi menggunakan EGSnrc memiliki kekurangan tidak ada tampilan 3D dan tidak bisa digunakan untuk mendeteksi neutron. Sedangkan simulasi dengan MCNPX memiliki kekurangan berbayar dan terlisensi. Sehingga pada penelitian ini menggunakan simulasi Fluka karena *free access*, dapat digunakan untuk mendeteksi foton, elektron, positron, hingga neutron, serta dapat menampilkan 3D.

Pada *software* Fluka dibuat simulasi Laboratorium Fisika Nuklir dengan 4 sumber radionuklida yang dideteksi pada samping tembok lemari tempat menyimpan radionuklida, di depan pintu Laboratorium Nuklir, dua laboratorium disebelahnya, yaitu Laboratorium Geofisika dan Laboratorium Karakteristik Material. Dengan menyimulasikan sebanyak 10 miliar partikel untuk mendeteksi sinar gamma (foton) yang dipancarkan dan jumlah dosis ekuivalen yang diterima. Sehingga dapat menerapkan proteksi radiasi pada Laboratorium Fisika Nuklir UIN Sunan gunung Djati Bandung.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana dosis paparan radiasi dari radionuklida yang berada di Laboratorium Fisika Nuklir Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian:

1. Memvalidasi hasil pengukuran dosis paparan radiasi dari radionuklida yang berada di Laboratorium Fisika Nuklir Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung antara eksperimen dan simulasi.
2. Mengoptimasi energi radiasi gamma yang dipancarkan oleh radionuklida di Laboratorium Fisika Nuklir Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung menggunakan FLUKA.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menyajikan informasi mengenai dosis radiasi dari radionuklida di Laboratorium Fisika Nuklir Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, sehingga mahasiswa dan dosen yang berada di Laboratorium Fisika Nuklir Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati dan sekitarnya dapat menerapkan proteksi radiasi.

1.5. Batasan Penelitian

Adapun batasan yang ditetapkan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Lingkup Waktu

Penelitian ini akan terbatas pada periode waktu tertentu, untuk mengidentifikasi perubahan dalam paparan radiasi dari radionuklida di Laboratorium Fisika Nuklir UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

2. Tipe Radionuklida

Penelitian akan fokus pada radionuklida Americium-241, Cobalt-60, Radium-226, dan *Mixed Nuclide* (Campuran Americium-241 dan Cesium-137) yang memiliki dampak radiasi di Laboratorium Fisika Nuklir UIN Sunan Gunung Djati Bandung dan sekitarnya.

3. Fokus pada Jenis Paparan

Penelitian ini akan berfokus pada paparan radiasi gamma dari radionuklida yang berada di Laboratorium Fisika Nuklir.

4. Pengaruh Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan tertentu, seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara, akan diabaikan dalam penelitian ini, dengan asumsi bahwa parameter-parameter tersebut tidak memiliki dampak signifikan pada paparan radiasi.

5. Fokus pada Metode Proteksi

Penelitian akan terbatas pada evaluasi efektivitas metode proteksi radiasi yang telah diterapkan di Laboratorium Fisika Nuklir, termasuk penggunaan peralatan pelindung pribadi, ruang tertutup, dan sistem ventilasi.

6. Partisipasi Subyek Penelitian

Penelitian ini akan membatasi partisipasi subyek penelitian pada staf dan mahasiswa yang berada di Laboratorium Fisika Nuklir dan koridor yang secara rutin melewati atau berada di sekitar Laboratorium Fisika Nuklir.

7. Analisis Dosis Radiasi

Fokus penelitian akan terutama pada analisis dosis paparan yang diterima oleh individu.

8. Lokasi

Penelitian ini akan membatasi analisis di samping tembok penyimpanan radionuklida, di depan pintu Laboratorium Nuklir, dan dua laboratorium di sampingnya yaitu, Laboratorium Geofisika dan Laboratorium Karakteristik Material.

9. Metodologi Penelitian

Penelitian akan menggunakan metode-metode tertentu, yaitu pengukuran langsung menggunakan *surveymeter* InSpector1000 dan simulasi dengan *software* Fluka untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

10. Ketidakpastian dan Batas Kesalahan

Penelitian ini akan mengakui adanya ketidakpastian dalam pengukuran paparan radiasi dan memberikan batasan pada tingkat akurasi yang dapat dicapai.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah memberikan gambaran yang wajar dan nonstop serta tidak memunculkan berbagai terjemahan. Sistematika penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II menjelaskan tinjauan umum tentang proteksi radiasi, radionuklida, paparan radiasi, dan *software* yang digunakan.

BAB III berisi metode penelitian yang terdiri dari alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dan prosedur penelitian.

BAB IV merupakan hasil data paparan radiasi yang diperoleh berdasarkan eksperimen dan simulasi. Pada BAB IV juga berisi pembahasan mengenai optimasi energi radiasi yang dipancarkan radionuklida dengan simulasi FLUKA.

BAB V berisi kesimpulan dari analisis hasil paparan radiasi serta saran untuk penelitian selanjutnya.

