

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengukuran radioaktivitas sampel volume sangat diperlukan untuk perlindungan radiasi harian ketika seseorang bekerja di fasilitas nuklir, hal ini dilakukan karena penilaian dosis radiasi pada manusia dari sumber alam sangat penting. Menurut Enrique R.Gonzalez, dkk menyebutkan bahwa radiasi penganan alami merupakan penyumbang terbesar dosis yang diterima oleh populasi manusia di dunia dan berpotensi berbahaya (González et al., 2019). Radiasi sumber alami berdasarkan laporan dari United Nation Security Council (U.N.S.C) pada tahun 1986 yaitu setara dengan lebih dari 1 mSv per tahun dan mencapai 80% dari paparan manusia per tahun (U.N.S.C, 2011).

Metode spektrometri sinar- γ menggunakan detektor semi konduktor dengan kemurnian tinggi germanium merupakan metode yang digunakan pada umumnya (SAEGUSA et al., 2012). Disamping merupakan radiasi, sinar- γ juga memiliki daya tembus yang besar, sehingga dalam proses pengukurannya tidak diperlukan preparasi cuplikan yang rumit (Rasito, 2010). Dalam studi tentang pengukuran radioaktivitas dari sampel lingkungan, sampel bervolume sering digunakan untuk meningkatkan perolehan efisiensi sebuah detektor (Ba et al., 2020). Penentuan efisiensi dari sebuah detektor harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran sampel lingkungan menggunakan spektrometri sinar- γ .

Selain itu, spektrometri sinar- γ harus dikalibrasi dengan sumber standar untuk menentukan hubungan antara nomor salur dengan energi gamma (Debertin. K., 1988). Kalibrasi energi dilakukan dengan cara mencacah sumber standar yang sudah diketahui energinya dengan tepat dan benar (Wijono, 2008). Nilai energi yang diperoleh dari hasil cacah sampel mengacu pada proses penentuan isotop radionuklida berdasarkan puncak energi penuh atau *full energy peak efficiency* (FEPE). Secara eksperimen, kurva efisiensi dapat ditentukan berdasarkan beberapa sumber referensi standar yang memiliki geometri sama dengan sampel yang akan diuji (Abd El Gawad et al., 2020).

Secara berurutan dalam mengkalibrasi spektrometri sinar- γ dengan benar, sumber standar harus disiapkan dengan komposisi kimia dan densitas matriks yang serupa, serta dalam geometri yang sama, tetapi hal tersebut sulit dilakukan (Vukanac et al., 2008). Permasalahan yang dihadapi sekarang ini mengacu pada perbedaan matriks baik densitas maupun komposisi kimia antara sampel uji lainnya dengan sumber standar, perbedaan densitas tersebut dapat menyebabkan adanya faktor *self-absorption* yang salah sehingga diperlukan koreksi kurva efisiensi. Selain itu, perbedaan ukuran dan geometri juga merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan.

Beberapa sumber standar yang umum digunakan sebagai sampel uji di laboratorium diantaranya RGU-1, RGK-1, RGTh-1, Sand matriks, Epoxy matriks, IAEA 375, IAEA SL-2, dan lain-lain. Selain itu, dilakukannya simulasi MCNP pada penelitian ini dikarenakan penentuan sebuah efisiensi dari suatu sumber memerlukan durasi pencacahan yang sangat panjang bahkan bisa sampai 17 jam, selain itu Sumber Standar yang digunakan oleh laboratorium membutuhkan biaya yang cukup besar dikarenakan harga Sumber Standar yang terlampau mahal, sehingga pendekatan terbaik yaitu menggunakan komputasi salah satunya simulasi MCNP.

Dengan alasan itu, ditawarkan sebuah solusi alternatif untuk mengatasinya yaitu menggunakan pendekatan metode Monte Carlo. Monte Carlo merupakan metode numerik statistik dengan cara menyimulasikan bilangan acak untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tidak memungkinkan diselesaikan secara analitik. Salah satu program komputer yang berbasis Monte Carlo yaitu *Monte Carlo N-Particle* (MCNP) (Team et al., 2008). MCNP dapat digunakan untuk menyimulasikan sebuah proses perjalanan dari partikel neutron, elektron dan foton dalam material 3 dimensi (Tursinah, 2020).

Menurut K.Abd El Gadawa, dkk (2020), mereka mengatakan bahwa banyak penelitian yang telah menggambarkan monte carlo sebagai salah satu cara yang ampuh dan dapat digunakan untuk perhitungan semacam itu sebagai metode alternatif dalam suatu percobaan. Tetapi tidak menutup kemungkinan dapat terjadi suatu masalah dalam menggunakan monte carlo seperti data detektor yang tidak akurat yang disediakan oleh pabrikan sehingga menyebabkan perbedaan hasil antara simulasi dengan eksperimen. Dalam memecahkan masalah yang satu ini, diusulkan sebuah estimasi ulang untuk parameter detektor berdasarkan hasil pendekatan dari pengu-

kuran dimensi detektor secara langsung.

Beberapa penelitian yang telah dikerjakan menggunakan monte carlo antara lain: Rasito Tursinah, dkk (2009) melakukan penelitian tentang Simulasi Efisiensi Detektor Germanium di Laboratorium AAN PTNBR dengan Metode Monte Carlo MCNP5. Hamman Oktajianto (2015) melakukan penelitian tentang Analisis Respon Spektroskopi Gamma Detektor Bismuth Germanium Oksida (BGO) dan NaI (TI) untuk mengetahui efisiensi detektor menggunakan metode monte carlo. Nurokhim (2014) melakukan penelitian tentang simulasi dan pengukuran kurva kalibrasi efisiensi untuk analisis limbah radioaktif pemancar gamma dan menentukan ketebalan *dead layer* detektor HPGe menggunakan MCNP5, dan lain-lain.

Penelitian ini secara langsung akan membandingkan nilai efisiensi detektor antara hasil pengukuran eksperimen dengan simulasi MCNP5. Adapun parameter yang ditinjau pada perbandingan tersebut diantaranya pengaruh densitas Sumber Standar Radioaktivitas Lingkungan yang digunakan, serta geometri detektor dan wadah sampel terutama dimensi kristal HPGe, *dead layer*/lapisan mati, ketebalan dinding wadah bagian bawah dan volume wadah sampel tersebut. Adapun sebagai tujuan penelitian disini adalah membandingkan kurva efisiensi radionuklida sumber standar pemancar gamma dari hasil eksperimen dengan hasil simulasi Monte Carlo. Hal ini perlu dilakukan dalam rangka studi pendahuluan untuk mendapatkan kurva efisiensi hasil simulasi yang dapat digunakan untuk pengujian berbagai jenis sampel lingkungan dengan densitas dan geometri sampel yang berbeda-beda.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh densitas yang berbeda pada Sumber Standar Radioaktivitas Lingkungan terhadap nilai efisiensi detektor?
2. Bagaimana pengaruh geometri detektor dan wadah sampel yang digunakan terhadap nilai efisiensi detektor?

1.3 Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui pengaruh densitas yang berbeda pada Sumber Standar Radioaktivitas Lingkungan terhadap nilai efisiensi detektor

2. Mengetahui pengaruh geometri detektor dan wadah sampel yang digunakan terhadap nilai efisiensi detektor

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah yang ditinjau akan dibatasi dengan hal-hal berikut :

1. Spektrometri sinar- γ yang digunakan terbatas pada *High Purity Germanium* (HPGe)
2. Digunakan dua parameter yaitu densitas matriks dan geometri yang berbeda
3. Sampel yang digunakan terbatas pada sumber standar radioaktivitas lingkungan

1.5 Metode Pengumpulan Data

1.5.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai langkah awal dalam melakukan penelitian dengan cara mencari dan mengumpulkan materi-materi yang berkaitan dengan topik penelitian seperti radioaktivitas, cara menentukan kalibrasi energi maupun kalibrasi efisiensi, radiasi, monte carlo yang berkaitan dengan MCNP, dan lain-lain. Adapun berbagai sumber yang diperoleh yaitu journal, buku-buku yang berkaitan dengan topik ini , dan paper yang digunakan sebagai referensi penelitian ini.

1.5.2 Eksperimen

Eksperimen mengenai topik ini dilakukan di Laboratorium Radioaktivitas Lingkungan PSTNT BATAN Bandung. Adapun tahap pertama yang dilakukan yaitu kalibrasi energi kedua detektor menggunakan 3 sumber standar diantaranya Am-241, Co-60 dan Cs-137. Hasil kalibrasi energi akan digunakan untuk membuat kurva kalibrasi yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi sinar- γ . Tahap selanjutnya dilakukan pengukuran 7 sampel lingkungan dengan densitas matriks yang berbeda diantaranya sampel padat berupa pasir, dan sampel cair berupa resin, keduanya dikeluarkan oleh Eckert And Ziegler. Selain itu, ada beberapa sampel yang dikeluarkan oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) diantaranya RGU-1, RGK-1, RGTh-1 yang dikemas dalam wadah *marinelli beaker*, IAEA-375 (*soil*)

dan IAEA SL-2 (*lake sediment*) yang dikemas dalam sebuah *nalgene bottle*. Tahap pengukuran dilakukan dengan mencacah satu persatu sampel tersebut dengan waktu tertentu, hasil yang diperoleh akan dilanjutkan ke tahap pengolahan data dan analisis.

1.5.3 Simulasi

Simulasi penelitian mengenai topik ini dilakukan dengan metode Monte Carlo yaitu Monte Carlo N-Particle (MCNP). Tahap pertama yang dilakukan yaitu pengukuran dimensi kedua detektor, hal ini bertujuan agar data yang diperoleh sama dengan aslinya. Tahap selanjutnya pembuatan kode program berdasarkan data tersebut dan pemilihan sampel lingkungan yang disesuaikan dengan kebutuhan. Dibutuhkan 3 kartu isian diantaranya *cell card*, *surface card*, dan *data card*. Pengisian pada setiap kartu disesuaikan berdasarkan referensi dan arahan berdasarkan *manual book* MCNP.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulisan laporan ini yaitu sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang dari permasalahan topik yang akan dilakukan penelitian, rumusan masalah dan tujuan dilakukannya topik penelitian, metode pengambilan data dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori-teori penunjang yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas pada penelitian.

BAB III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tata cara serta alur dalam melakukan penelitian yang meliputi alat dan bahan yang digunakan, prosedur penelitian, waktu penelitian dan analisis hasil penelitian.

IV : Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi penjelasan secara rinci dan mendetail dari hasil penelitian yang telah diperoleh baik itu data maupun grafik serta penjelasan lainnya yang mendukung hasil penelitian yang dilakukan secara eksperimen atau pun simulasi.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah diperoleh pada BAB IV serta dilengkapi dengan saran yang mendukung berkaitan dengan hasil penelitian tersebut.

