

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian mengenai perbandingan dari dua alat ukur radiasi telah banyak dilakukan, hal ini menunjukkan bahwa pemilihan alat ukur radiasi perlu diperhatikan (ICRP, 2008). Alat ukur radiasi atau dosimeter dengan sensitivitas yang tinggi sangat diperlukan untuk mengukur keakuratan dosis yang diterima tubuh manusia agar dapat mengontrol dan menghindari dari terkenanya radiasi secara berlebihan. Beberapa dosimeter pasif dengan sensitivitas tinggi saat ini telah banyak ditemui dipasaran atau dikomersialkan, salah satunya adalah TLD (*Thermoluminescence Dosimeter*) dan OSLD (*Optically Stimulated Luminescence Dosimeter*). TLD dan OSLD merupakan kristal fosfor yang memiliki fungsi dan prinsip kerja yang relatif sama, namun karakteristik berbeda. Kedua dosimeter ini dapat diaplikasikan dalam dunia medis, (Bhatt, 2010; Pradhan, 2008; dan Bøtter-Jensen, 1997).

Saat ini dalam aplikasi medis, TLD banyak digunakan karena memiliki tingkat sensitivitas yang cukup baik terhadap radiasi serta memiliki karakteristik bahan yang hampir sama dengan nomor atom efektif (*Z_{eff}*) jaringan tubuh manusia 7,4. TLD dengan bahan dasar lithium flourida (LiF) memiliki nomor atom efektif 8,2. Khususnya TLD LiF: Mg, Ti (TLD-100) saat ini telah mendominasi penggunaannya dalam aplikasi medis. TLD berbahan dasar LiF dengan aktivator Mg, Cu, dan P (TLD LiF: Mg, Cu, P) atau TLD-100H mulai diaplikasikan sebagai dosimeter medis menggantikan TLD-100 karena dapat mengukur dosis radiasi dari yang sangat kecil sampai dosis radiasi yang sangat besar (1 μ - 10 Gy) sehingga dapat diaplikasikan untuk mengukur paparan radiasi dosis rendah (Kusumawati, 2012; Moscovitcha, 2007)

Dosimeter dengan rentang dosis antara 1 μ - 10 Gy juga terdapat pada OSLD. OSLD pertama kali diperkenalkan oleh Landauer dengan dilengkapi teknologi LUXEL merupakan dosimeter yang menggunakan induksi optis dengan laser atau cahaya dari pancaran LED (*light emitting diode*) dalam proses pembacaan maupun proses penghapusan informasi (*annealing*), sedangkan TLD menggunakan induksi panas. OSLD berbahan dasar aluminium dioksida (Al₂O₃) dengan aktivator karbon (C), (Al₂O₃:C) memiliki nomor atom efektif sebesar 11,28 yang lebih besar dari nomor atom efektif jaringan tubuh manusia (McKeever, 1999). Penggunaan TLD di Indonesia saat ini banyak dimanfaatkan dalam aplikasi medis maupun untuk pemantauan dosis radiasi perorangan. Namun, karena TLD akan kehilangan

informasi dosis dalam satu kali proses pembacaan dan memiliki permasalahan dalam hal *thermal quenching* yang dapat berdampak pada menurunnya sensitivitas, maka menyebabkan OSLD menjadi dosimeter alternatif untuk menghindari pengaruh terhadap *thermal quenching*. Teknologi OSL tidak membutuhkan stimulasi panas dalam proses pembacaan maupun pada saat *annealing*, melainkan menggunakan stimulasi optis. Serta OSLD dapat dibaca berulang kali dengan proses pembacaan data yang relatif lebih cepat dari TLD (Sopyan, 2018; Moscovith, 2013)

Pemilihan dosimeter yang sangat sensitiv menjadi penting agar dapat meminimalkan dosis yang diterima pasien atau pasien tidak terkena paparan radiasi berlebih. Sensitivitas suatu dosimeter salah satunya ditentukan dengan adanya konsentrasi doping (pengotor). (Mutiah. dkk, 2007). Penentuan sensitivitas suatu dosimeter tidak mudah dilakukan secara eksperimen karena dibutuhkan sumber energi radiasi dengan energi yang bervariasi. Salah satu cara yang digunakan untuk menentukan sensitivitas suatu dosimeter adalah dengan simulasi. Simulasi dapat dilakukan dengan metode probabilistik (statistik) salah satunya menggunakan metode Monte Carlo (Rasito, 2013). Penelitian ini fokus untuk analisis respon TLD-100H dan OSLD terhadap radiasi gamma dari pancaran Cs-137 dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo N-Partikel eXtended (MCNPX). MCNPX merupakan salah satu *software* dari perkembangan monte carlo yang dapat menyimulasikan perjalanan partikel foton, elektron, dan neutron. Metode monte carlo adalah metode probabilitas yang menggunakan *random number* (Rasito, 2013). Sistem kerjanya dengan menyimulasikan secara *random* dan diulang-ulang sampai mendapatkan hasil yang diinginkan. Tingkat akurasi dalam perhitungan sangat dipengaruhi oleh keakuratan model yang dibuat (Baluti, 2009).

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan sensitivitas dosimeter TLD-100H (LiF:Mg,Cu,P) dan OSLD jenis nanoDot (Al₂O₃:C) untuk menghitung dosis radiasi yang diterima pasien terutama pasien anak dan pada organ-organ tubuh yang memiliki kepekaan cukup besar terhadap radiasi seperti lensa mata dan tiroid. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan variasi konsentrasi doping untuk mengetahui pengaruhnya pada sensitivitas TLD-100H dan OSLD. Dengan mengetahui pengaruh doping terhadap sensitivitas suatu dosimeter, diharapkan dapat menambah pengetahuan bagi pelajar atau pekerja radiasi mengenai dosimeter yang layak digunakan sehingga menjadi proteksi diri dari sumber-sumber radiasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana sensitivitas TLD-100H dan OSLD nanoDot ketika disinari gamma dari Cs-137 dengan besar energi yang berbeda ketika dihalangi phantom dalam suatu ruangan.?
- b. Bagaimana sensitivitas TLD-100H dan OSLD nanoDot ketika disinari gamma dari Cs-137 dengan besar energi yang berbeda ketika dihalangi phantom diluar ruangan.?
- c. Bagaimana pengaruh konsentrasi doping terhadap sensitivitas TLD-100H dan OSLD?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan mengenai penelitian tidak terlalu meluas, maka diperlukan batasan. Adapun batasan pada penelitian ini adalah:

- a. Dosimeter yang digunakan adalah TLD-100H (LiF:Mg,Cu,P) dan OSLD nanoDot (Al₂O₃:C). Masing-masing berupa chip dengan ukuran 0,32 cm x 0,32 cm x 0,089 cm untuk TLD dan 1 cm x 1 cm x 0,2 cm untuk OSLD nanoDot
- b. Sumber radiasi yang digunakan adalah gamma dari pancaran Cesium-137
- c. Phantom yang digunakan adalah phantom slab (PMMA) berbentuk persegi dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 15 cm dan phantom manusia bagian atas (punggung)
- d. Variasi yang digunakan adalah variasi konsentrasi doping. Masing-masing variasi konsentrasi doping dari rentang 0.2 – 0.3% untuk doping Magnesium (Mg), 0.05 – 0.13% untuk doping Tembaga (Cu) dan 0.125 – 0.23% untuk doping Posfor (P)
- e. Rentang variasi energi yang digunakan adalah $1 \times 10^{-2} - 1$ MeV
- f. Simulasi yang digunakan adalah simulasi monte carlo pada *software* MCNPX

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui persentase konsentrasi yang sangat mempengaruhi sensitivitas TLD-100H dan OSLD nanoDot dengan disinari gamma dari pancaran Cs-137, serta mengetahui dosimeter yang lebih baik untuk diaplikasikan dalam pemantauan dosis rendah.

1.5 Metode Pengumpulan Data

1.5.1 Studi Literatur

Merupakan langkah awal sebelum melakukan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan cara berdiskusi dengan fisikawan yang pernah melakukan tugas akhir dengan topik mengenai TLD dan membaca buku, jurnal ilmiah, skripsi, serta modul-modul yang berkaitan dengan topik penelitian.

1.5.2 Simulasi

Simulasi dilakukan untuk mendapatkan bentuk pemodelan geometri dari sumber, objek penyinaran, serta keadaan sekitarnya. Kemudian dilakukan *running*. *Output* dari *running* sebagai hasil akhir dari penelitian yang kemudian dianalisa. Simulasi ini dilakukan pada *software* MCNPX

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima pokok bahasan :

- a. BAB I PENDAHULUAN, bagian ini berisi motivasi dalam melakukan penelitian yang dituangkan pada latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.
- b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA, bagian ini berisi tentang teori-teori penunjang penelitian diantaranya radiasi, radiasi gamma, TLD-100H (LiF:Mg, Cu, P), OSLD NanoDot ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$), Fenomena luminesensi, perbedaan TLD dan OSLD nanoDot, Dosimetri radiasi, MCNPX.
- c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN, bagian ini menjelaskan tahap-tahap dalam melakukan penelitian meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, tahap pengumpulan data, tahap pembuatan simulasi MCNPX untuk mendesain, melihat dan menganalisis distribusi dosis pada dosimeter.
- d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bagian ini berisi tentang hasil penelitian mengenai data hasil bacaan yang diperoleh dari simulasi MCNPX. Data tersebut dianalisis kemudian dibahas dengan mengacu pada teori.
- e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, bagian ini berisi kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dikerjakan serta saran untuk penelitian selanjutnya.