

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker merupakan salah satu penyakit yang mematikan di seluruh dunia. Menurut *Global Burden of Cancer Study* (Globocan) dari *World Health Organization* (WHO) pada 2020, diperkirakan 19,3 juta kasus kanker dengan hampir 10 juta kematian. Di Indonesia, total kasus kanker mencapai 396.914 kasus dengan total kematian sebesar 234.511 kasus. Kanker paru-paru merupakan kanker dengan peringkat ketiga yang memiliki kasus terbanyak dengan jumlah 34.783 kasus setelah kanker payudara dan kanker serviks (Sung et al., 2021). Metode pengobatan kanker bermacam-macam seperti pembedahan, kemoterapi dan terapi radiasi. Saat ini, di Indonesia, penggunaan terapi radiasi pada kanker yang memanfaatkan energi radiasi masih terbatas (Fitriatuzzakiyyah et al., 2017). Brakiterapi merupakan terapi radiasi internal yang dilakukan dengan meletakkan atau menanamkan *seed* sumber radiasi pada bagian jaringan kanker, sehingga memaksimalkan dosis serap pada bagian jaringan tersebut dan meminimalkan dosis serap pada bagian jaringan normal (Saptiama et al., 2014).

Berbagai aspek perlu diperhitungkan dalam pengobatan brakiterapi. Salah satunya simulasi distribusi energi deposisi dan perhitungan dosis serap pada medium untuk efektivitas pengobatan. Metode untuk simulasi tersebut ada banyak, salah satu metode yang menarik untuk digunakan adalah metode monte carlo. Metode monte carlo adalah metode numerik statistik yang melakukan simulasi pada bilangan acak untuk penyelesaian masalah yang tidak dapat diselesaikan secara analitik. MCNP6 merupakan aplikasi berbasis monte carlo yang dirancang oleh tim monte carlo berasal dari laboratorium nasional Los Alamos, USA. Aplikasi tersebut digunakan untuk simulasi perjalanan partikel neutron, foton, serta elektron di dalam bahan tiga dimensi, perjalanan partikel berawal dari partikel atau foton itu

"terbentuk" kemudian berinteraksi dengan material sampai berakhir di daerah target (Kasmudin, 2017).

Kurniawan (2021) telah melakukan penelitian tentang simulasi penentuan sumber radionuklida untuk brakiterapi pankreas menggunakan *software* MCNPX. Pada penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa dosis optimal yang diperlukan untuk kanker pankreas adalah sebesar 58 Gy dengan dosis serap tiap organ meningkat secara linear seiring bertambahnya jumlah *seed*. Kemudian, penelitian serupa (Ubaidillah, 2021) dengan organ yang berbeda, yaitu paru-paru, memperoleh dosis optimal untuk kanker paru-paru sebesar 42 Gy dengan dosis serap yang diperoleh masing-masing organ berbeda-beda, hal tersebut dipengaruhi oleh sifat *organ at risk*. Pratama (2017) juga telah melakukan penelitian tentang analisis nilai dosis serap dari organ paru-paru kiri dan organ di dekat paru-paru kiri menggunakan *software* MCNP5 yang menghasilkan dosis serap dan jumlah *seed* yang memiliki hubungan linear.

Merujuk pada penelitian sebelumnya yang menggunakan *software* berbasis metode monte carlo versi lama dan adanya kesalahan perhitungan hasil maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Efektivitas Sumber Radiasi Pada Brakiterapi Paru-Paru Berdasarkan Jumlah *Seed* Menggunakan Simulasi Monte Carlo”. Simulasi dilakukan dengan *phantom* ORNL-MIRD versi 1996 untuk mengetahui distribusi dosis serap dan dosis efektif untuk organ paru-paru kiri dan organ sekitarnya. *Phantom* merupakan replika tubuh manusia beserta organ-organnya. Simulasi dilakukan untuk mengoptimalkan pengobatan kanker paru-paru dan menentukan jenis radionuklida yang efektif dengan jumlah *seed* minimal dan dosis optimal. Dalam penelitian ini, akan digunakan 3 sumber radionuklida yaitu Palladium-103 (Pd-103), Cesium-131 (Cs-131) dan Iodine-125 (I-125). Pd-103 memiliki energi radiasi sebesar 21 keV (Khan et al, 2019), lalu Cs-131 yang memiliki energi sebesar 30.4 keV (Brachman et al, 2018), dan terakhir I-125 memiliki energi radiasi sebesar 35,5 keV yang relatif aman untuk brakiterapi (Hoskin dan Coyle, 2013). Ketiga sumber radiasi tersebut memiliki waktu paruh yang cepat dan memiliki energi radiasi relatif rendah jika dibandingkan dengan sumber radiasi lainnya. Hasil simulasi diharapkan memperoleh sumber

radionuklida yang efektif dengan jumlah *seed* minimal untuk dosis optimal serta dapat dijadikan referensi untuk tim medis dalam pengobatan brakiterapi kanker paru-paru.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana bentuk geometri *phantom* tubuh manusia yang sesuai dengan geometri ORNL-MIRD 1996 menggunakan metode monte carlo?
2. Bagaimana distribusi dosis serap dan dosis efektif pada brakiterapi kanker paru-paru untuk organ paru-paru kiri dan organ sekitarnya?
3. Bagaimana menentukan jumlah *seed* optimum yang diimplankan untuk membunuh sel kanker dengan sumber radiasi Pd- 103, Cs-131 dan I-125?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. *Software* yang digunakan adalah MCNP6 yang berbasis metode monte carlo.
2. Sumber radionuklida yang digunakan adalah Pd-103, Cs-131 dan I-125 dengan energi radiasi berturut-turut sebesar 21 keV, 30,4 keV dan 35,5 keV.
3. *Phantom* yang digunakan adalah *phantom* dengan model ORNL-MIRD versi 1996

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian yang akan dilakukan:

1. Membuat bentuk geometri *phantom* tubuh manusia yang sesuai dengan ORNL-MIRD 1996 menggunakan metode monte carlo
2. Menentukan nilai distribusi dosis serap dan dosis efektif yang diterima organ paru-paru serta organ di sekitarnya untuk sumber radionuklida Pd-103, Cs-131 dan I-125

3. Menentukan jumlah *seed* optimum yang diimplankan untuk membunuh sel kanker dengan sumber radiasi Pd- 103, Cs-131 dan I-125. dan I-125

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan:

1. Dapat mempermudah analisis dosis serap dan dosis efektif pada brakiterapi paru-paru dengan bentuk geometri *phantom* yang menyerupai tubuh manusia.
2. Dapat memberikan informasi sumber radionuklida yang paling efektif untuk digunakan sebagai sumber brakiterapi paru-paru dengan menggunakan jumlah *seed* yang minimal namun menghasilkan dosis yang terbaik.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya tentang pengobatan kanker menggunakan brakiterapi dengan simulasi MCNP6.