

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan salah satu proses pengobatan dalam menangani kasus penyakit kanker dengan memberikan dosis radiasi yang terukur pada *volume target* (daerah yang ditentukan). Prinsip dari radioterapi yaitu memberikan dosis radiasi yang akurat untuk mematikan serta menghambat pertumbuhan sel kanker sehingga dapat meminimalkan efek negatif dari radiasi pada jaringan sehat sekitarnya (Sidabutar & Setiawati, 2014). Radioterapi memiliki dua teknik dasar dalam pemberian radiasi yaitu brakhiterapi dan terapi eksternal. Brakhiterapi merupakan teknik terapi kanker dengan penyinaran radiasi jarak dekat menggunakan zat radioaktif yang berasal dari tubuh pasien. Sedangkan terapi eksternal adalah teknik pengobatan kanker yang menggunakan radiasi dari luar tubuh pasien, yang dapat diartikan sebagai radiasi jarak jauh (Anam, 2011).

Pesawat *linear accelerator* (LINAC) merupakan alat terapi radiasi eksternal menggunakan gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi untuk mempercepat elektron dengan rentang energi kinetik dari 4-25 MeV, sehingga mampu menghasilkan berkas elektron dan berkas foton (Jusmawang et al., 2015). Energi dari berkas elektron dan foton yang dihasilkan berbeda sehingga diperlukan keakuratan dosis radiasi dengan memverifikasi dosis radiasi dalam pengobatan kanker. Verifikasi dosis radiasi merupakan proses untuk memastikan ketepatan pemberian dosis radiasi kepada pasien sesuai dengan perencanaan terapi (Podgorsak, 2005). Perencanaan terapi atau *Treatment Planning System* (TPS) sangat diperlukan fisikawan medik sebelum diberikan perlakuan radioterapi pada pasien. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan efisiensi dosis pada target yang akan diradiasi agar dosis yang diberikan dapat diprediksi secara tepat dan akurat.

Tubuh manusia terdiri dari jaringan dan rongga yang berbeda dengan bentuk fisik dan karakteristik radiologinya (Podgorsak, 2005). Tubuh pasien tidak hanya terdapat jaringan lunak tetapi juga organ dalam seperti tulang, paru-paru, jantung, hati dan ovarium. Adanya organ dalam tubuh maka perhitungan dosis serap disetiap

organ berbeda dan melibatkan faktor nonhomogen sehingga harus diprediksi secara tepat dan akurat (Ramdani & Haryanto, 2016). Dosis radiasi yang diberikan dalam pengobatan terapi pasien kanker mempunyai ketidakakuratan. *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) merekomendasikan ketidakakuratan tersebut hanya diperbolehkan berada pada rentang $\pm 5\%$ (Committee, 2004). Perubahan 5% dosis radiasi dapat mengakibatkan perubahan 10% hingga 20% dalam kemungkinan pengendalian tumor atau kanker. Demikian pula perubahan 5% dosis radiasi juga dapat mengakibatkan perubahan 20% hingga 30% perubahan pada jaringan normal.

Salah satu metode yang paling akurat untuk menghitung dosis radiasi yang dihasilkan oleh LINAC adalah metode simulasi Monte Carlo. Monte Carlo adalah metode yang menggunakan bilangan acak dari distribusi probabilitas. Probabilitas tersebut berhubungan dengan suatu partikel (foton dan elektron sinar-X) ketika mengenai materi yang digunakan dalam radioterapi. Salah satu pengembangan simulasi Monte Carlo adalah *software Monte Carlo N-Particle eXtended* (MCNPX). MCNPX dapat mensimulasikan jenis partikel seperti proton, elektron, neutron atau gabungan antara neutron dan foton (Team, 2003).

Azizah et al (2014) sebelumnya melakukan penelitian dengan menggunakan metode MCNPX untuk memperkirakan dosis ekuivalen dan distribusi partikel pada terapi LINAC 15 MV. Togibasa (2015) juga menghitung dosis serap terhadap kedalaman untuk setiap jenis material biologis menggunakan metode MCNPX, bahwa material biologis yang paling banyak menerima dosis adalah rahim. Hasilnya menunjukkan bahwa setiap organ selalu menerima dosis, meski dalam jumlah yang kecil.

Penelitian tentang metode MCNPX juga dilakukan oleh Setiawati et al (2022) melakukan perhitungan dosis radiasi menggunakan berkas foton 6 MV dengan penyisipan organ paru-paru dan tulang belakang serta menentukan nilai faktor koreksi akibat ketidakhomogenan jaringan tubuh manusia. Hasil simulasi dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa distribusi dosis maksimum *phantom* jaringan lunak berada pada kedalaman 1,5 cm hingga 2 cm. Kemudian nilai faktor koreksi adanya paru inhomogen dengan ketebalan 10 cm adalah 0,701-1,663

sedangkan untuk tulang dengan ketebalan 6 cm adalah 0,586 hingga 0,983.

LINAC Siemens Primus adalah jenis yang paling umum digunakan pada instalasi radioterapi di rumah sakit besar Indonesia, salah satunya adalah RS Ken Saras Semarang. LINAC tipe Siemens Primus memiliki energi keluaran foton sebesar 6 MV dan elektron dengan variasi energi sebesar 5, 7, 8, 10, 12 dan 14 MeV. Saat melakukan penyinaran radiasi eksternal, beberapa parameter utama harus diperhatikan yaitu luas lapangan penyinaran, kedalaman, jarak sumber ke permukaan (*Source Surface Distance*) dan energi berkas radiasi. Pada penelitian ini dilakukan analisis nilai *Percentage Depth Dose* (PDD) terhadap variasi SSD. SSD merupakan jarak tertentu dari sumber (elektron, foton) ke permukaan tubuh atau *phantom* (Milvita et al., 2018).

Pada penelitian ini menggunakan geometri *phantom* tubuh pada wanita berupa ORNL- MIRD *phantom* (1996 version). ORNL-MIRD merupakan simulasi *phantom* tubuh manusia terdiri dari dua bagian utama yaitu badan dan kepala, serta memiliki enam organ dalam yang terdiri dari hati, pankreas, limpa, ginjal, ovarium dan tyroid (Lazarine, 2006). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dosis serap ovarium pada pasien wanita yang diberikan penyinaran radiasi. Penyinaran ini dilakukan pada *isocenter* paru-paru kanan menggunakan berkas foton 6 MV yang dihasilkan oleh LINAC. Proses ini dilakukan melalui simulasi MCNPX untuk mengestimasi dosis yang diterima pasien. Penelitian ini dapat dijadikan referensi rujukan terhadap proses *Treatment Planning System* (TPS) dalam radioterapi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan nilai dosis serap dan dosis relatif pada *phantom* homogen dan nonhomogen menggunakan simulasi MCNPX.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dikaji, penelitian dibatasi oleh:

1. *Software* MCNPX untuk mensimulasikan dosis yang diterima pasien terapi LINAC dengan metode simulasi Monte Carlo.
2. Geometri *phantom* tubuh manusia yang digunakan adalah model ORNL-MIRD.
3. Berkas foton yang dihasilkan oleh pesawat *linear accelerator* (LINAC) tipe Siemens/Primus.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk:

1. Menentukan karakteristik kurva *Percentage Depth Dose* (PDD) dari hasil simulasi *phantom* jaringan lunak (homogen) dengan jaringan lunak penyisipan organ paru-paru dan ovarium (nonhomogen).
2. Menentukan dosis serap yang diterima oleh organ ovarium.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Menambah referensi pemberian dosis secara optimal yang diterima oleh organ target pada pasien terapi radiasi.
2. Menambah referensi pengoptimalan kinerja pada proses *Treatment Planning System* (TPS).