

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Radioterapi adalah teknik pengobatan dengan menggunakan radiasi pengion yang mampu menyebabkan ionisasi akibat berinteraksi dengan materi. Proses ionisasi ini dihasilkan dari interaksi antara radiasi pengion dengan sel kanker dengan tujuan memutus *Deoxyribose Nucleic Acid* (DNA) kanker dan menyebabkan kematian sel (Immel et al., 2016). Rentang energi elektron yang diperlukan pada radioterapi sebesar 6 MeV hingga 29 MeV (Puspitasari et al., 2020). Salah satu pesawat radioterapi yang digunakan adalah *Linear Accelerator* (Linac). Linac dirancang untuk mempercepat pergerakan elektron secara linier. Energi yang digunakan pada Linac dalam mempercepat elektron memiliki rentang energi kinetik sebesar 4 MeV - 25 MeV (Podgorsak, 2005). Linac termasuk kedalam alat terapi eksternal (teleterapi) yaitu jenis radioterapi yang alat pemancar berkas radiasinya ada pada jarak tertentu di luar tubuh manusia. Jarak tertentu dari pemancar berkas radiasi ke permukaan target radiasi disebut *Source Surface Distance* (SSD) (Milvita et al., 2018). Penggunaan SSD dapat diatur menyesuaikan situasi tertentu ketika keperluannya berbeda dengan SSD standar yang biasa digunakan (Perkasa & Sanjaya, 2016). Agar manfaat dari terapi radiasi dapat maksimal maka dosis serap yang dikirim ke semua jaringan teradiasi perlu diprediksi secara akurat. Direkomendasikan oleh *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) bahwa dalam terapi pasien, dosis yang diberikan memiliki jangkauan ketidakakuratan yang diperbolehkan dengan nilai sebesar $\pm 5\%$ (Committee, 2004).

Tubuh manusia memiliki perbedaan bentuk fisik maupun sifat radiologi di berbagai jaringan. Dilihat dari perspektif dosimetri radiasi, simulasi radioterapi pada awalnya dilakukan dengan medium homogen yaitu air yang identik dengan jaringan lunak. Maka, keberadaan dari medium nonhomogen seperti paru-paru dan tulang harus dipertimbangkan (Pawiro & Wahono, 2009). Oleh sebab itu, agar efisiensi dan manfaat dari terapi radiasi dapat maksimal diperlukan metode agar

dosis radiasi yang diberikan harus terdistribusi secara merata dan dosis radiasi yang jatuh di luar area penyinaran dapat diminimalisir (Rizani et al., 2012).

Metode yang dapat dilakukan untuk perhitungan dosis radiasi yang dihasilkan oleh Linac salah satunya adalah dengan digunakan metode simulasi Monte Carlo. Metode Monte Carlo merupakan metode numerik yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak memungkinkan diselesaikan secara analitik dengan cara simulasi bilangan acak, salah satu program yang dapat digunakan pada komputer adalah *Monte Carlo N-Particle eXtended* (MCNPX) (Rasito & Hari, 2016).

Simulasi MCNPX seringkali menggunakan ORNL-MIRD *phantom* (1996 *version*) dikarenakan penggunaannya dalam mensimulasikan transport radiasi di dalam materi sudah meluas (Krstic & Nikezic, 2007). Material penyusun *phantom* ORNL-MIRD terdiri dari tiga jenis material, yaitu paru-paru, tulang, dan yang lainnya dianggap jaringan lunak, sehingga struktur material tersebut berbeda dengan struktur atom tubuh manusia yang sebenarnya. Maka dengan itu, *phantom* ORNL-MIRD perlu disesuaikan dengan kebutuhan simulasi radioterapi (Miska et al., 2019).

Yani (2021) melaporkan bahwa nilai yang ditunjukkan kurva PDD pada *phantom* homogen mengalami peningkatan pada permukaan *phantom* hingga kedalaman titik dosis maksimum dengan adanya variasi SSD 50 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, dan 100 cm. Setiawati et al. (2022) melaporkan persentase peningkatan pada karakteristik kurva PDD dengan peningkatan deviasi tertinggi sebesar 49,748% untuk SSD 100 cm. Persentase tersebut didapat dari perbandingan antara *phantom* jaringan lunak dan *phantom* jaringan lunak disisipi paru-paru.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka akan dilakukan penelitian tentang penentuan dosis radiasi Linac menggunakan ORNL-MIRD *phantom* (1996 *version*) yang telah dimodifikasi untuk didapatkan hasil perhitungan dosis radiasi jaringan lunak yang telah disisip organ paru-paru dengan ketebalan 10 cm pada kedalaman 5,0 cm hingga 14,0 cm dan ditambahkan dengan penyisipan organ pankreas serta tulang belakang dengan adanya variasi SSD sebesar 95 cm, 97,5 cm, 100 cm, 102,5 cm, dan 105 cm. Nilai yang didapat akan dibandingkan dengan

phantom jaringan lunak tanpa disisipi organ. Penelitian ini dapat digunakan untuk keperluan proses penelitian-penelitian lebih lanjut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana karakteristik kurva *percentage depth dose* (PDD) pada *phantom* jaringan lunak homogen dan nonhomogen (organ pankreas maupun tulang belakang) serta distribusinya setelah disinari radiasi oleh Linac pada simulasi dengan *source surface distance* (SSD) sebesar 95 cm, 97,5 cm, 100 cm, 102,5 cm, dan 105 cm.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Organ yang disisipkan pada *phantom* model ORNL-MIRD berupa paru-paru, pankreas, dan tulang belakang.
2. Menggunakan aplikasi MCNP versi MCNPX pada simulasi Monte Carlo.
3. Berkas foton dan elektron dihasilkan oleh alat Linac tipe siemens/primus.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikaji, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kurva karakteristik *percentage depth dose* (PDD) pada *phantom* homogen dan *phantom* nonhomogen.
2. Menentukan distribusi dosis serap pada pankreas dan tulang belakang berdasarkan variasi *source skin distance* (SSD).

1.5. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi tentang efisiensi dosis radiasi yang diterima oleh organ target pada pasien ketika dilakukan terapi radiasi dengan maksimal.