

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker merupakan salah satu jenis penyakit yang menjadi penyebab kematian nomor dua terbesar di dunia dengan sekitar 0.9 juta kematian dan 19,9 juta kasus mengalami peningkatan dari 19,2 juta kasus pada tahun 2020 berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) (Siegel et al., 2022). Menurut data *Global Cancer Observatory* yang dikelola oleh *International Agency for Research on Cancer* (IARC) pada tahun 2022, kanker menempati peringkat ketujuh dengan sekitar 242.988 ribu kematian di Indonesia. Kanker usus besar merupakan salah satu jenis kanker yang tersebar luas di Indonesia yang menempati peringkat ke-2 dalam total kematian di Indonesia (Yusra, 2024).

Kanker usus besar dapat diobati melalui beberapa pilihan pengobatan antara lain: kemoterapi, pembedahan, brakhiterapi, dan radioterapi (Xi & Xu, 2021). Saat ini, terapi kanker di Indonesia masih berada dalam tahap pengembangan dan yang umum digunakan adalah radioterapi dengan radiasi foton, sedangkan terapi proton sedang dalam tahap pembangunan. Terdapat tiga fasilitas terapi proton yang sedang dalam tahap pembangunan berlokasi di Indonesia, yaitu RSPAD Gatot Soebroto, Eka *Hospital* Jakarta, dan RS Dharmais.

Pada terapi radiasi dengan foton, dosis radiasi yang diterima oleh tumor sering kali lebih rendah dibandingkan dosis yang diterima oleh jaringan sehat yang berada di depan tumor (Reddy et al., 2016). Sementara, pada terapi proton dapat menembus jaringan dengan kedalaman lebih jauh dibandingkan terapi foton, memungkinkan dosis radiasi untuk lebih terfokus pada tumor (Chen et al., 2023). Pemilihan terapi untuk pasien kanker usus besar hendaknya mempertimbangkan metode pengobatan yang mampu meminimalkan efek samping dan mempertahankan kualitas hidup pasca pengobatan, seperti terapi proton, mengingat tingginya tingkat kelangsungan

hidup jangka panjang penderita kanker usus besar setelah pengobatan (De Rosa et al., 2015).

Dalam terapi untuk kanker diperlukan perencanaan yang disebut dengan *Treatment Planning System* (TPS) dengan tujuan agar pengobatan tepat sasaran dan mengurangi kerusakan pada jaringan sehat (Mutamimah & Sardjono, 2022). Penelitian terkait yang ditemukan penulis yakni yang dilakukan oleh Wildan Arya (2024). Penelitian tersebut menjelaskan mengenai kanker rektum dengan pendekatan simulasi PHITS untuk mengevaluasi distribusi dosis dalam terapi proton pada lima arah penyinaran.

Optimasi dosis dan waktu iradiasi memerlukan simulasi untuk merusak sel kanker dan melindungi *Organ At Risk* (OAR) > 95% seperti *Monte Carlo N-Particle Extended* (MCNPX), *Particle Heavy Ion Transport System Code* (PHITS), dan FLUKA (Yang et al., 2017). PHITS dipilih dalam penelitian ini karena dapat mensimulasikan partikel dengan presisi tinggi hingga energi TeV, mendukung kemudahan transfer data medis, dan estimasi dosis dengan fitur bawaan seperti LET (Furuta & Sato, 2021). Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis akan mengkaji lebih lanjut tentang “Optimasi Dosis Terapi Pada Kanker Usus Besar dengan Terapi Proton Menggunakan PHITS Versi 3.341 Guna Meningkatkan Guna Mendukung Mutu Kesehatan Nasional dalam Terapi Kanker”.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Berapa besar dosis optimal tumor target dan *Organ At Risk* (OAR) pada arah penyinaran sumber proton yang optimal menggunakan simulasi PHITS?
- b. Berapa besar waktu iradiasi pada arah penyinaran sumber proton yang optimal berdasarkan dosis optimal yang diperoleh menggunakan simulasi PHITS?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Menentukan dosis optimal tumor target dan *Organ At Risk* (OAR) pada arah penyinaran sumber proton yang optimal menggunakan simulasi PHITS.
- b. Menentukan waktu iradiasi pada arah penyinaran sumber proton yang optimal berdasarkan dosis optimal yang diperoleh menggunakan simulasi PHITS.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini relevan dengan pembelajaran fisika nuklir, seperti interaksi partikel dengan materi, interaksi proton dengan materi, serta mekanisme penyebaran dan penyerapan energi radiasi dalam jaringan biologis. Penelitian ini juga relevan dengan pembelajaran pada fisika medis yaitu pada pendalaman pemahaman tentang dosimetri. Penelitian ini secara teoritis juga memberikan kontribusi pada perkembangan terapi kanker dan melengkapi penelitian terdahulu khususnya berkaitan dengan aspek optimasi pemberian radiasi dosis pada penderita kanker usus besar.

1.4.2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini secara praktis bermanfaat bagi instansi kesehatan khususnya rumah sakit yang akan memiliki unit terapi proton di Indonesia dalam menyusun dan menerapkan standar pemberian radiasi yang optimal pada kanker usus besar sebelum proses klinis. Selain itu, penelitian ini dapat membantu fisikawan medis dalam perhitungan dosis dan waktu iradiasi yang optimal untuk meminimalkan risiko pada jaringan sehat.