

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kanker masih menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia dan terus mengalami peningkatan jumlah kasus setiap tahunnya. Dalam penanganannya, radioterapi merupakan salah satu metode terapi yang banyak digunakan karena kemampuannya untuk menghancurkan sel kanker dengan memanfaatkan radiasi pengion secara terkontrol. Radioterapi bertujuan memberikan dosis radiasi yang optimal pada volume target tumor sekaligus meminimalkan paparan radiasi pada jaringan sehat di sekitarnya (Miao dkk., 2024).

Keberhasilan radioterapi sangat bergantung pada proses *treatment planning* yang tepat. Perencanaan terapi yang baik harus mampu menghasilkan distribusi dosis yang optimal pada *Planning Target Volume* (PTV) serta menjaga agar dosis yang diterima oleh *Organ at Risk* (OAR) tetap berada dalam batas toleransi. Evaluasi distribusi dosis biasanya dilakukan menggunakan parameter seperti *Dose Volume Histogram* (DVH), homogenitas dosis, serta kesesuaian distribusi dosis terhadap target (*conformity*) (Fuadi dkk., 2023).

Perkembangan teknologi radioterapi memungkinkan penggunaan teknik penyinaran yang lebih presisi dalam perencanaan terapi, salah satunya *Three-Dimensional Conformal Radiotherapy* (3D-CRT). Teknik ini memanfaatkan citra tiga dimensi dari hasil *CT-scan* untuk menyesuaikan bentuk berkas radiasi dengan anatomi target tumor sehingga distribusi dosis dapat dirancang lebih akurat dibandingkan teknik konvensional. Dengan teknik 3D-CRT, distribusi dosis radiasi dapat difokuskan pada area target serta membantu mengurangi paparan radiasi pada jaringan sehat di sekitarnya (Yusrani dkk., 2024).

Salah satu aplikasi radioterapi yang sering dilakukan pada pasien dengan metastasis otak adalah *Whole Brain Radiotherapy* (WBRT). WBRT merupakan teknik penyinaran yang diberikan pada seluruh jaringan otak untuk mengendalikan pertumbuhan tumor dan mengurangi gejala neurologis akibat metastasis otak. Dalam praktiknya, perencanaan WBRT memerlukan perhatian khusus terhadap

distribusi dosis karena adanya organ sensitif di sekitar otak seperti mata, lensa, dan hipokampus yang rentan terhadap efek radiasi (Xu dkk., 2025).

Dalam proses perencanaan radioterapi, terdapat berbagai parameter yang dapat mempengaruhi kualitas distribusi dosis, salah satunya adalah sudut berkas radiasi (*beam angle*). Penyesuaian sudut berkas yang tepat sangat penting untuk mencapai cakupan dosis yang optimal pada target serta meminimalkan dosis yang diterima oleh organ di sekitar target. Perubahan konfigurasi sudut berkas dapat mempengaruhi homogenitas dosis, titik dosis maksimum, serta distribusi dosis pada OAR (Yuan dkk., 2024).

Pada perencanaan WBRT teknik 3D-CRT, konfigurasi penyinaran umumnya menggunakan pasangan berkas lateral standar dengan sudut *gantry* 270° dan 90°. Meskipun konfigurasi tersebut mampu memberikan cakupan dosis yang baik pada volume target, paparan dosis pada OAR, khususnya lensa mata, masih menjadi perhatian karena letaknya yang berdekatan dengan lapangan penyinaran. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dosis pada lensa mata adalah dengan melakukan penyesuaian sudut *gantry* berdasarkan anatomi pasien tanpa mengurangi cakupan dosis pada target.

Apabila sudut berkas tidak direncanakan dengan baik, maka dapat terjadi distribusi dosis yang kurang merata pada target atau peningkatan dosis pada OAR di sekitarnya. Oleh karena itu, evaluasi terhadap pengaruh penyesuaian sudut berkas dalam perencanaan radioterapi menjadi penting untuk memperoleh konfigurasi penyinaran yang optimal. Penelitian mengenai distribusi dosis pada perencanaan radioterapi menunjukkan bahwa perbedaan teknik dan konfigurasi penyinaran dapat menghasilkan variasi pada cakupan dosis target serta dosis yang diterima oleh OAR (Cancers Journal Study, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh penyesuaian sudut *gantry* terhadap distribusi dosis pada perencanaan radioterapi, khususnya pada kasus WBRT menggunakan teknik 3D-CRT. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan distribusi dosis yang dihasilkan oleh metode Superposisi, Non-Optimasi, dan Optimasi terhadap PTV serta OAR, khususnya bola mata dan lensa mata.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis distribusi dosis PTV pada perencanaan WBRT.
2. Mengevaluasi dosis maksimum OAR, khususnya bola mata dan lensa mata, pada perencanaan WBRT.
3. Menganalisis pengaruh penyesuaian sudut *gantry* terhadap distribusi dosis pada PTV dan OAR dalam perencanaan WBRT.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh penyesuaian sudut *gantry* terhadap distribusi dosis pada PTV dan OAR pada perencanaan WBRT.
2. Menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan geometri penyinaran yang dapat meningkatkan proteksi OAR, khususnya lensa mata, tanpa mengurangi kualitas cakupan dosis target.
3. Menambah referensi ilmiah di bidang fisika medik mengenai pengaruh penyesuaian geometri penyinaran terhadap distribusi dosis pada perencanaan WBRT menggunakan teknik 3D-CRT.