

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kanker payudara (*ca mammae*) merupakan salah satu jenis kanker dengan angka tertinggi pada perempuan di dunia. Berdasarkan data dari *Global Cancer Observatory* (Globocan) 2022, kanker payudara menyumbang 16,2% dari total kasus kanker baru di Indonesia, menjadikannya urutan pertama dengan total 66.271 kasus dari 408.661 kasus kanker baru. Untuk menanggulangi kondisi ini, radioterapi menjadi salah satu pendekatan alternatif penatalaksanaan komprehensif yang digunakan untuk mematikan sel-sel kanker yang terdeteksi.

Radioterapi merupakan salah satu pengobatan dalam penatalaksanaan kanker yang dapat digunakan baik sebagai terapi adjuvan (tambahan) maupun sebagai terapi utama. Tujuan utama radioterapi adalah memberikan dosis radiasi yang optimal pada *target* tumor untuk mencapai kontrol penyakit yang maksimal, sekaligus meminimalkan paparan radiasi terhadap jaringan sehat di sekitarnya. Oleh karena itu, keberhasilan terapi radiasi sangat bergantung pada ketepatan proses perencanaan dan pengaturan distribusi dosis selama proses penyinaran.

Dalam konsep radioterapi modern, prinsip utama perencanaan adalah mencapai keseimbangan antara kontrol tumor dan perlindungan *organ* normal atau *organ at risk* (OAR). *International atomic energy agency* (IAEA) dalam panduan *safety reports series* (SRS) No. 38 menekankan bahwa keberhasilan perencanaan radioterapi sangat bergantung pada kemampuan memberikan dosis yang adekuat pada *target* sekaligus membatasi paparan radiasi pada jaringan normal guna mencegah efek samping. Pada radioterapi kanker payudara, teknik penyinaran *tangensial* merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk mencakup jaringan payudara atau dinding dada (*chest wall*) secara optimal (Jabbari et al., 2013). Teknik ini dirancang agar berkas radiasi mengikuti kontur anatomi payudara sehingga cakupan *target* dapat tercapai sekaligus mengurangi paparan terhadap *organ* di sekitarnya. Namun, dikarenakan letak anatomis payudara yang berdekatan dengan paru-paru, sebagian jaringan paru—khususnya paru *ipsilateral*—sering masuk ke

dalam lapangan radiasi. Oleh karena itu, evaluasi distribusi dosis terhadap paru *ipsilateral* menjadi aspek penting dalam optimasi perencanaan radioterapi guna meminimalkan risiko efek samping radiasi.

Seiring dengan perkembangan teknologi, praktik radioterapi telah mengalami kemajuan dari teknik dua dimensi menuju teknik perencanaan berbasis pencitraan tiga dimensi. Salah satu teknik yang banyak digunakan adalah *three-dimensional conformal radiotherapy* (3DCRT), yang memungkinkan pembentukan berkas radiasi mengikuti kontur *target* melalui pemanfaatan data CT tiga dimensi serta penggunaan *multi-leaf collimator* (MLC). Pendekatan ini dapat meningkatkan konformitas distribusi dosis pada *target* sekaligus mengurangi paparan radiasi pada *organ* normal di sekitarnya (Barnett et al., 2009). Namun demikian, pemilihan parameter penyinaran seperti energi berkas, penggunaan *wedge*, dan terutama penentuan sudut *gantry* menjadi faktor yang sangat berpengaruh terhadap distribusi dosis yang dihasilkan.

Teknik *tangensial* pada penyinaran payudara umumnya menggunakan dua berkas *semi-opposed* yang diarahkan sedemikian rupa untuk mengoptimalkan cakupan *target* dan meminimalkan paparan terhadap paru-paru dan jantung. Jabbari et al., 2013 telah melakukan penelitian tentang penggunaan teknik *tangensial* dengan variasi titik normalisasi pada area payudara yang paling tebal atau tengah *inter field distance* (IFD) dan perbatasan antara IFD dan *chest wall*. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan dosis pada OAR khususnya paru *ipsilateral* dan jantung ketika menggunakan titik normalisasi di antara IFD dan *chest wall*. Penentuan sudut *gantry* pada teknik *tangensial* juga berperan dalam menentukan seberapa besar *volume* paru yang masuk ke dalam lapangan radiasi. Konfigurasi sudut berkas dapat mempengaruhi nilai dosis rata-rata paru *ipsilateral* (Khan et al., 2014).

Rudat et al., 2011 telah melakukan penelitian tentang pemilihan sudut *gantry* dalam teknik tangensial. Hasil studi dosimetri menunjukkan bahwa pengaturan sudut *gantry* pada teknik *tangensial* dapat menurunkan paparan dosis terhadap paru *ipsilateral* dan *organ* kritis lainnya tanpa mengurangi cakupan *target* (Rudat et al., 2011). Selain itu, penelitian Yusrani et al., 2024 mengenai perbandingan teknik

perencanaan radioterapi kanker payudara menunjukkan bahwa pemilihan konfigurasi sudut *gantry* pada teknik *tangensial* memiliki pengaruh terhadap distribusi dosis pada *target* maupun OAR, termasuk paru *ipsilateral*. Penggunaan sudut *gantry* tertentu dapat meningkatkan homogenitas dosis pada *planning target volume* (PTV) sekaligus menjaga dosis *organ* normal tetap berada dalam batas toleransi yang direkomendasikan (Yusrani et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa variasi sudut *gantry* bukan hanya parameter teknis, tetapi merupakan bagian penting dari strategi optimasi perencanaan radioterapi.

Penentuan sudut *gantry* mempengaruhi cakupan dosis pada *planning target volume* (PTV) serta besarnya *volume* paru *ipsilateral* yang masuk ke dalam lapangan radiasi (Barnett et al., 2009). Pengaturan sudut *gantry* yang kurang optimal berpotensi meningkatkan paparan dosis radiasi pada paru *ipsilateral* sehingga dapat menimbulkan risiko efek samping radiasi. Oleh karena itu, analisis terhadap variasi sudut *gantry* pada perencanaan radioterapi *three-dimensional conformal radiotherapy* (3DCRT) kanker *mammae* perlu dilakukan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap distribusi dosis pada paru *ipsilateral*.

1.2. Tujuan Penelitian

Mengidentifikasi pengaruh variasi sudut *gantry* terhadap distribusi dosis paru *ipsilateral* dan *target* penyinaran guna menentukan konfigurasi penyinaran yang optimal serta mengevaluasi keberterimaan klinis *planning* modifikasi dalam meminimalkan paparan dosis terhadap *organ at risk* (OAR).

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendukung penerapan prinsip ALARA pada perencanaan radioterapi *ca mammae*, serta mengurangi risiko pneumonitis radiasi melalui optimalisasi dari perencanaan radioterapi.
2. Membantu fisikawan medis dalam menentukan sudut *gantry* yang lebih aman dan meningkatkan kualitas perencanaan radioterapi, serta penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan ilmu radioterapi.