

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker serviks menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat di dunia khususnya negara berkembang dengan angka kejadian dan angka kematian yang cukup tinggi. Menurut *National Cancer Institute* (NCI, 2023a) kanker serviks berawal dari perubahan abnormal pada sel-sel serviks yang apabila tidak diobati dapat berkembang menjadi sel kanker dan menyebar ke jaringan sehat disekitarnya. NCI, (2023b) memaparkan pengobatan yang dapat dilakukan untuk mengatasinya tersedia beberapa pilihan seperti pembedahan, kemoterapi, radioterapi, terapi target maupun imunoterapi.

Radioterapi adalah teknik pengobatan yang mengandalkan radiasi pengion untuk membunuh serta menghentikan pertumbuhan sel kanker. Radioterapi terbagi menjadi dua yaitu teleterapi dan brakiterapi. Teleterapi diberikan dari jarak tertentu sedangkan brakiterapi menempatkan sumber radiasi tertutup sangat dekat dengan target tumor (Podgorsak, 2005). Kedua metode dikombinasikan pada pengobatan kanker serviks karena terbukti meningkatkan kontrol lokal tumor dan angka hidup pasien. Susworo dan Kodrat (2017) menyatakan pemanfaatan brakiterapi juga bertujuan untuk memaksimalkan dosis pada target serta meminimalkan paparan dosis terhadap organ berisiko atau disebut *Organ at Risk* (OAR).

Perkembangan teknologi pencitraan pada brakiterapi kanker serviks telah beralih dari metode dua dimensi (2D) menuju pencitraan tiga dimensi (3D).. Pencitraan 3D tersebut kemudian berkembang menjadi *Image Guided Brachytherapy* (IGBT) dan selanjutnya yaitu *Image Guided Adaptive Brachytherapy* (IGABT). Perencanaan 2D berdasarkan *International Commission on Radiation Units* (ICRU) *Report 38* mengandalkan citra C-Arm dan titik referensi anatomis tanpa representasi volume tumor dan OAR. Perencanaan tersebut sering menghasilkan distribusi dosis yang kurang akurat terutama pada kasus dengan perubahan anatomi yang kompleks. Kemunculan perencanaan 3D berbasis CT Simulator dilaksanakan berdasarkan ICRU *Report 89* memberikan peningkatan

signifikan karena memungkinkan visualisasi struktur anatomi secara volumetrik. ICRU *Report 89* sebagai standar internasional dalam pemberian, pencatatan dan pelaporan dosis. Protokol tersebut menekankan penggunaan nilai dosis yang dihasilkan dari kurva *Dose Volume Histogram* (DVH) yaitu *Dose to 90%* (D90) untuk mengevaluasi cakupan dosis pada target dan *Dose to 2 cubic centimeters* (D_{2cc}) digunakan untuk menilai dosis maksimum OAR (ICRU, 2016).

Keterbatasan CT Simulator dalam membedakan jaringan lunak mendorong pengembangan teknik pencitraan dengan kemampuan visualisasi yang lebih baik. *Image-Guided Brachytherapy* (IGBT) yang memanfaatkan pencitraan 3D CT Simulator maupun *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) dalam setiap sesi terapi sehingga perencanaan dosis dapat disesuaikan dengan bentuk dan posisi tumor sesungguhnya. Tahap berikutnya adalah *Image-Guided Adaptive Brachytherapy* (IGABT) yang menggunakan pencitraan MRI untuk mendeteksi perubahan ukuran dan bentuk tumor pada setiap fraksi terapi serta optimasi dosis secara adaptif. IGABT dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan akurasi dosis dapat meningkat secara signifikan sejalan dengan dinamika anatomi pasien. (Vojtišek, 2023) menyatakan bahwa IGABT mendukung optimasi dalam perencanaan dosis pada target dan mengurangi efek samping yang ditimbulkan terhadap OAR. Pemanfaatan teknik pencitraan 3D dalam brakiterapi kanker serviks memerlukan standar yang jelas terutama dalam penentuan batasan dosis.

ICRU *Report 89* telah menjadi pedoman internasional dalam pelaporan parameter dosimetri brakiterapi berbasis volume namun dokumen tersebut tidak menetapkan batasan dosis terhadap target maupun OAR. Evaluasi kualitas perencanaan membutuhkan protokol yang memberikan rekomendasi batasan dosis. Salah satu protokol yang banyak digunakan adalah konsensus *American Brachytherapy Society* (ABS) yang memberikan rekomendasi mengenai dosis target, batas dosis OAR serta skema fraksinasi berdasarkan konsensus para ahli. Seiring berkembangnya teknik pencitraan brakiterapi berbasis MRI terbentuk protokol *A European Study on MRI-Guided Brachytherapy in Locally Advanced Cervical Cancer I* (EMBRACE I).

Protokol EMBRACE I dikembangkan oleh *Groupe Européen de Curiethérapie – European Society for Therapeutic Radiology and Oncology* (GEC-ESTRO). Berbeda dengan konsesus ABS yang merupakan pedoman konsensus sedangkan protokol EMBRACE I menghasilkan rekomendasi dosis berdasarkan bukti dari penerapan MRI pada populasi pasien berskala besar. Hasilnya menjadi dasar penentuan batasan dosis target dan OAR serta menjadi salah satu dasar dalam pengembangan IGABT. Berdasarkan penelitian Eustace dkk. (2024) menunjukkan bahwa penerapan IGABT berbasis MRI mampu meningkatkan kontrol lokal tumor dan menurunkan risiko paparan dosis pada OAR. Keunggulan detail anatomi MRI memungkinkan perencanaan dosis dan penentuan target lebih presisi sehingga dapat mengoptimalkan kualitas terapi.

Penerapan brakiterapi kanker serviks berbasis MRI menghadapi berbagai tantangan di negara berkembang. Keterbatasan biaya, akses terhadap MRI serta tingginya jumlah pasien sehingga menyebabkan banyak pusat radioterapi masih mengandalkan CT Simulator sebagai modalitas utama pencitraan pada tindakan brakiterapi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara praktik di negara berkembang dengan standar internasional yang merekomendasikan pemanfaatan MRI sebagai modalitas utama pencitraan.

Suneja dkk. (2017) menyatakan bahwa keterbatasan fasilitas tidak menjadi alasan untuk meniadakan pelaksanaan brakiterapi karena terapi tetap dapat dilakukan dengan menyesuaikan metode pelaksanaan dan sumber daya yang tersedia. Wang dkk. (2020) mendapatkan hasil bahwa pencitraan berbasis CT Simulator memiliki keterbatasan dalam membedakan jaringan lunak terutama dalam penentuan target dan OAR. Gupta dkk. (2021) menyatakan bahwa perencanaan berbasis CT Simulator masih layak diterapkan di negara dengan keterbatasan fasilitas karena mampu memberikan kontrol lokal yang baik dengan paparan dosis OAR yang dapat diterima.

Valiyaveetil dkk. (2023) mendapatkan hasil yang menunjukkan adanya variasi dosis pada target dan OAR. Variasi tersebut dapat dievaluasi dan dioptimalkan melalui analisis kurva DVH. Berdasarkan hasil tersebut ditegaskan bahwa meskipun MRI merupakan standar utama dalam pencitraan brakiterapi.

Perencanaan brakiterapi berbasis CT Simulator tetap dapat dijadikan sebagai alternatif yang efektif apabila disertai dengan evaluasi dan pengendalian dosimetrik yang tepat.

Wibowo dkk. (2017) membandingkan evaluasi dosis OAR pada brakiterapi kanker serviks menggunakan metode 2D dan 3D berbasis DVH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode 2D cenderung menghasilkan estimasi dosis yang lebih rendah sedangkan evaluasi berbasis DVH memberikan gambaran distribusi dosis yang lebih akurat pada kandung kemih dan rektum. Hal tersebut menunjukkan kelebihan penggunaan kurva DVH dalam evaluasi dosis pada brakiterapi kanker serviks.

Fathanah dkk. (2025) membandingkan dosis pada OAR pasien kanker serviks yang menjalani brakiterapi berbasis 2D dan 3D CT di Rumah Sakit Universitas Andalas (RS UNAND). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan berbasis 3D CT memberikan distribusi dosis OAR yang lebih terukur dibandingkan metode 2D. Kesesuaian rata-rata dosis ditinjau berdasarkan batas toleransi yang direkomendasikan oleh konsensus ABS. Penelitian tersebut belum mengevaluasi kualitas perencanaan serta pengaruh variasi perencanaan antar dokter penanggung jawab pelayanan (DPJP) dan variasi skema fraksinasi yang berpotensi memengaruhi efektivitas terapi.

Brakiterapi kanker serviks di RS UNAND menggunakan CT Simulator sebagai modalitas utama pencitraan, sedangkan MRI dimanfaatkan sebagai penunjang informasi anatomi pasien. Penggunaan CT Simulator dipengaruhi regulasi pembiayaan BPJS Kesehatan dan bukan keterbatasan fasilitas maupun sumber daya manusia. Perencanaan brakiterapi menunjukkan variasi pendekatan antardokter DPJP dan skema fraksinasi melalui penggunaan acuan konsensus ABS dan protokol EMBRACE I. Kondisi tersebut dapat menghasilkan variasi capaian dosis target dan OAR sehingga evaluasi berbasis parameter dosimetri diperlukan untuk menilai kesesuaian perencanaan terhadap batas dosis yang direkomendasikan.

Penelitian bertujuan mengevaluasi kualitas perencanaan brakiterapi kanker serviks berbasis CT Simulator di RS UNAND melalui analisis parameter dosimetri

dari kurva DVH pada target dan OAR. Evaluasi dilakukan terhadap batas dosis yang direkomendasikan oleh konsesus ABS dan protokol EMBRACE I dengan mempertimbangkan variasi pendekatan perencanaan antar DPJP dan skema fraksinasi. Hasil penelitian memberikan gambaran mengenai kualitas perencanaan brakiterapi kanker serviks berbasis CT Simulator serta menjadi dasar penyusunan rekomendasi panduan standar perencanaan brakiterapi berbasis CT Simulator di RS UNAND.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengevaluasi kualitas perencanaan brakiterapi kanker serviks berbasis CT Simulator di Instalasi Onkologi Radiasi RS UNAND terhadap batas dosis yang direkomendasikan konsesus ABS dan protokol EMBRACE I.
2. Menganalisis variasi kualitas perencanaan brakiterapi kanker serviks berbasis CT Simulator berdasarkan variasi pendekatan perencanaan antar DPJP dan skema fraksinasi sebagai dasar penyusunan rekomendasi panduan standar perencanaan brakiterapi di RS UNAND.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah memberikan bahan evaluasi terhadap kualitas perencanaan brakiterapi kanker serviks berbasis CT Simulator di RS UNAND serta menjadi dasar dalam upaya optimasi perencanaan dosis sesuai fasilitas yang tersedia. Hasil penelitian juga dapat menjadi informasi pendukung dalam penyusunan panduan standar perencanaan brakiterapi berbasis CT Simulator di RS UNAND.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada 2 pasien kanker serviks stadium IIB hingga IVA yang menjalani brakiterapi berbasis CT Simulator di Instalasi Onkologi Radiasi RS UNAND selama periode 2024 - 2025. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria kelengkapan kontur 3D pada target dan OAR serta ketersediaan kurva DVH. Evaluasi dilakukan terhadap parameter dosis dari kurva DVH pada target dan OAR yaitu kandung kemih dan rektum.