

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker payudara menempati urutan pertama terkait jumlah kanker terbanyak di Indonesia serta menjadi salah satu penyumbang kematian pertama akibat kanker. Data Globocan tahun 2020, jumlah kasus baru kanker payudara mencapai 68.858 kasus (16,6%) dari total 396.914 kasus baru kanker di Indonesia. Sementara itu, untuk jumlah kematiannya mencapai lebih dari 22 ribu jiwa kasus. Tatalaksana pengobatan pada kanker payudara harus didahului dengan diagnosa yang lengkap dan akurat. Diagnosa dan tatalaksana pada kanker payudara haruslah dilakukan dengan pendekatan humanis dan komprehensif. Pengobatan pada kanker payudara tergantung pada jenis, stadium, ukuran kanker, serta apakah sel kanker tersebut sensitif terhadap hormon. Metode pengobatan dimulai dari prosedur pembedahan, kemoterapi, terapi hormon, dan terapi radiasi.

Radioterapi merupakan teknologi kesehatan untuk mengobati kanker menggunakan sinar pengion. Radiasi pada kanker payudara dapat berupa terapi adjuvan kuratif setelah pembedahan ataupun sebagai terapi paliatif untuk stadium lanjut. Tujuan radiasi pada pasien kanker payudara adalah memberikan dosis terapi pada target tumor dan meminimalisir dosis yang diterima pada *Organ At Risk* (OAR). Pemberian dosis radiasi yang akurat dapat meningkatkan *local control* pada tumor maupun meningkatkan kualitas hidup dengan menjaga *dose constraint* pada OAR seperti paru dan jantung. Hal yang menjadi pertimbangan dalam kasus terapi radiasi pada kanker payudara adalah paru-paru, yang merupakan salah satu organ yang berisiko mendapat radiasi yang berlebih. Respon paru-paru terhadap radiasi telah diketahui menyebabkan terjadinya kerusakan sel sehingga memicu terjadinya pneumonitis yang berakibat menurunnya fungsi paru-paru. Oleh karena itu perlu dilakukan pengontrolan dosis pada paru-paru pasien kanker payudara.

Teknologi radiasi berkembang dengan pesat seiring dengan meningkatnya regulasi untuk keamanan radiasi, baik secara lokal melalui peraturan institusi, regulasi keamanan radiasi nasional yang ditetapkan oleh BAPETEN, maupun regulasi internasional dibawah IAEA (*International Atomic Energy Agency*).

Upaya untuk meningkatkan kualitas dan keamanan radiasi merupakan suatu mata rantai dari proses radiasi mulai dari asesmen, penentuan target, perencanaan radiasi, verifikasi dan pemberian radiasi. Kesalahan dari salah satu dari proses ini dapat berakibat kecelakaan radiasi yang tidak diinginkan.

Proses verifikasi radiasi terutama pada penyinaran tangensial dinding dada pada pasien kanker payudara masih memiliki banyak keterbatasan. Teknologi verifikasi dosis penyinaran tangensial saat ini secara garis besar menggunakan dua metode. Metode pertama adalah menggunakan fantom standar berbentuk silindris yang dapat mengukur dosis pada berbagai kedalaman, namun geometri dari fantom yang tersedia saat ini kurang menggambarkan geometri tubuh manusia yang lebih kompleks, dan harga fantom sangat mahal. Metode kedua adalah verifikasi dosis secara *in vivo* dengan mengukur dosis permukaan kulit pasien menggunakan film gafchromic, cara ini memiliki banyak keterbatasan teknis seperti titik pengukuran hanya dapat dilakukan dipermukaan tubuh saja sementara posisi OAR seperti paru berada didalam tubuh dan keterbatasan etik.

Verifikasi dosis radiasi pada kasus kanker payudara pernah dilakukan oleh Andrea pada tahun 2021 dengan metode pengukuran menggunakan film gafchromic EBT 3 pada permukaan tubuh pasien. Film gafchromic ditempelkan pada permukaan tubuh pasien yang menjadi target radiasi. Penelitian ini mendapatkan hasil yang berbeda antara dosis perencanaan dengan dosis terukur, perbedaan ini disebabkan oleh penggunaan kompensator jaringan yaitu bolus pada permukaan tubuh pasien. Dari penelitian tersebut tergambar dengan jelas bahwa sangat sulit untuk melakukan verifikasi dosis secara tepat.

Penelitian ini diharapkan dapat memunculkan teknologi baru yang lebih menggambarkan keadaan geometri tubuh manusia sebenarnya, namun tetap memberi ruang fleksibilitas pengukuran dosis dan tetap non invasif. Merekonstruksi fantom replika anggota tubuh manusia yang dapat menjangkau pemantauan dosis pada organ bagian dalam tubuh pasien menjadi sebuah solusi baru dalam verifikasi dosis radiasi. Fantom replika ini selanjutnya bisa menggantikan fantom standar dengan harga yang mahal sekaligus dapat memberikan ruang untuk memverifikasi dosis radiasi hingga pada kedalaman

tertentu dari tubuh manusia.

Fantom komersial seperti *CIRS* dan *Lungman* masih memiliki keterbatasan. Bentuk anatomi yang ditampilkan cenderung ideal dan seragam, sehingga tidak sepenuhnya merepresentasikan variasi nyata pada pasien. Nilai Hounsfield Unit (HU) dari material phantom sering kali tidak sesuai dengan rentang HU jaringan biologis, misalnya paru, jaringan lunak, dan tulang. Kesenjangan ini menimbulkan hambatan dalam verifikasi dosis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa phantom heterogen biaya rendah masih mengalami kendala dalam kesesuaian HU (Setiawan et al., 2021), sementara evaluasi dosimetri dengan film pada fantom paru memperlihatkan perbedaan respons terhadap dosis dibandingkan jaringan asli (Chang et al., 2021).

Kemajuan teknologi saat ini menawarkan solusi untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Dengan memanfaatkan data CT pasien, anatomi toraks dapat direkonstruksi dengan material yang dapat disesuaikan. Teknologi ini memungkinkan pemilihan material (PLA, ABS, PETG, resin, atau material komposit) serta pengaturan densitas guna menghasilkan variasi HU mendekati jaringan biologis. Pereira et al. (2024) dalam tinjauan sistematis menyebutkan bahwa 3D-printed fantom thoraks mampu mereproduksi anatomi dengan akurat untuk aplikasi *Quality Assurance* (QA).

Mengacu dari kondisi klinis yang terdapat di Instalasi Onkologi Radiasi Rumah Sakit Universitas Andalas, rumah sakit ini melaksanakan pelayanan radioterapi pada pasien kanker. Salah satu kasus kanker yang banyak ditangani di RS Universitas Andalas adalah kanker payudara. Tatalaksana kanker yang dilakukan berupa penyinaran EBRT (*External Beam Radiotherapy*) dan brakhiterapi. Kendala saat ini yang dihadapi oleh Instalasi Onkologi ini adalah belum tersedianya fantom standar sehingga verifikasi dosis radiasi pada target OAR hanya dilakukan pada permukaan tubuh pasien. Mengingat harga fantom standar yang sangat mahal namun kegiatan verifikasi dosis wajib dilakukan maka dibutuhkan fantom replika dengan bentuk geometri dan nilai densitas menyerupai tubuh manusia namun dengan harga yang ekonomis untuk dapat melakukan verifikasi dosis radiasi hingga ke organ dalam tubuh pasien. Untuk menjawab

kebutuhan tersebut maka, penelitian ini direncanakan akan merekonstruksi fantom replika tubuh manusia bagian toraks dan selanjutnya akan melakukan verifikasi dosis organ paru pada kasus kanker payudara menggunakan film gafchromic EBT 3 di Instalasi Onkologi radiasi Rumah Sakit Universitas Andalas.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merekonstruksi fantom replika berbasis skaletal pada rongga dada manusia.
2. Memverifikasi dosis organ paru menggunakan film gafchromic EBT 3 dengan penyinaran EBRT dan brakhiterapi.
3. Menganalisis nilai dosis organ paru pada penyinaran EBRT dan brakhiterapi.

Manfaat dari penelitian ini adalah mampu memodifikasi fantom replika berbasis skaletal sehingga memberikan ruang terhadap rumah sakit untuk melakukan verifikasi dosis yang diterima organ pasien terutama organ bagian dalam pasien.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Onkologi Radiasi Rumah Sakit Universitas Andalas. Rekonstruksi fantom replika berdasarkan nilai densitas material untuk setiap replika organ. Data peneliti diambil dengan dua teknik penyinaran yaitu prnyinaran EBRT dan penyinaran brakhiterapi. Pengambilan data dilakukan menggunakan detektor film gafchromic EBT 3 yang diletakkan pada irisan paru pada fantom replika. Variasi data menggunakan ketebalan dinding dada 5 mm dan 10 mm untuk masing-masing teknik penyinaran.