

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengobatan kanker menggunakan energi radiasi yang diserap oleh jaringan tubuh untuk menghancurkan sel-sel kanker merupakan salah satu teknik dalam radioterapi. Dosis serap menjadi parameter penting dalam prosedur radioterapi agar dosis yang diterima pasien sesuai kebutuhan. Target (kanker) yang akan menerima dosis radiasi harus diposisikan secara tepat. Dosis radiasi akan diterima setiap organ meskipun dalam jumlah kecil, sehingga keberadaan organ mempengaruhi dosis yang diterima oleh pasien secara keseluruhan (Khan, 2005).

Nilai dosis serap yang diterima pasien dapat dihitung menggunakan parameter *Tissue Phantom Ratio* (TPR), *Tissue Maximum Ratio* (TMR) dan *Tissue Absorbed Ratio* (TAR). TPR adalah parameter dosimetrik yang digunakan untuk membandingkan dosis radiasi pada sumber radiasi dengan dosis pada jaringan referensi. TMR adalah perbandingan dosis radiasi pada kedalaman tertentu terhadap dosis pada kedalaman maksimum. TAR adalah perbandingan dosis radiasi yang diserap oleh jaringan dengan dosis radiasi yang dihasilkan oleh sumber radiasi.

Nilai dosis perencanaan diinputkan melalui *Treatment Planning System* (TPS). TPS merupakan sistem perencanaan radiasi dengan proses yang sistematis dalam membuat rencana strategi terapi (Mayles, 2007). Penyimpangan yang terjadi pada dosis keluaran LINAC dapat disesuaikan pada proses verifikasi agar memenuhi standar yang ditetapkan. Verifikasi dosis serap dilakukan agar ketepatan dosis yang diberikan kepada pasien telah sesuai sebagai salah satu proses *quality assurance* (QA) pada LINAC.

Verifikasi dosis serap merupakan pemeriksaan ketepatan antara dosis yang telah direncanakan pada *Treatment Planning System* (TPS) dengan dosis serap yang terukur. Persentase dosis serap yang diperoleh pada saat verifikasi harus sesuai protokol *Technical Report Series* (TRS) No.398 *International Atomic Energy Agency* (IAEA). TRS No.398 IAEA merupakan suatu kode praktis

internasional yang digunakan sebagai penentuan dosis serap berkas radiasi pada pesawat terapi eksternal (IAEA, 2024).

Mediawati dkk. (2017) telah melakukan verifikasi keluaran radiasi pesawat LINAC pada berkas foton (6 MV dan 10 MV) dan berkas elektron 10 MeV menggunakan TLD pada *slab phantom*. Pengukuran dilakukan dengan teknik SSD 100 cm untuk pesawat LINAC dan SSD 80 cm untuk Co-60 pada kedalaman dosis maksimum dengan variasi dosis 50 cGy sampai dengan 250 cGy dengan luas lapangan (10 x 10) cm². Hasil verifikasi keluaran radiasi foton energi 6 MV, 10 MV dan keluaran radiasi elektron energi 10 MeV memiliki nilai deviasi dalam cukup stabil sesuai batas toleransi $\leq 5 \%$ (dalam batas toleransi yang disyaratkan IAEA).

Alvionita dan Milvita (2018) telah menentukan pengaruh variasi kedalaman target dan luas lapangan penyinaran terhadap dosis radiasi LINAC tipe Clinac CX. Pengukuran dilakukan pada berkas energi foton 6 MV dan 10 MV dengan variasi kedalaman 0 cm hingga 30 cm dan luas lapangan penyinaran dimulai dari (5 x 5) cm² hingga (39 x 39) cm². Hasil penelitian yang didapatkan semakin besar kedalaman target maka semakin besar pula nilai dosis radiasi hingga mencapai kedalaman maksimum. Setelah melewati kedalaman maksimum nilai dosis radiasi cenderung menurun. Adapun variasi luas lapangan, semakin besar luas lapangan pada suatu kedalaman maka semakin kecil dosis serap yang terukur.

Yazdani dkk. (2021) telah melakukan perhitungan dan pengukuran dosis serap untuk validasi TPS eclipseTM. Pengukuran dilakukan pada berkas foton (6, 10 dan 15) MV dan berkas elektron (6, 9, 12 dan 16) MeV dengan luas lapangan (3 x 3) cm² sampai (40 x 40) cm². Nilai dosis serap yang diperoleh selanjutnya diolah pada CIRS fantom sesuai protokol TRS No.430 IAEA menggunakan metode TPR. Perbandingan dosis pada setiap energi telah memenuhi standar, hanya satu titik pada energi 15 MV yang tidak memenuhi batas toleransi TRS No.398 IAEA yaitu 4,2%. TRS No.430 IAEA adalah standar yang digunakan sebagai pedoman dan rekomendasi untuk sistem perencanaan terkomputerisasi

dalam terapi radiasi. Standar ini sebagai toleransi dalam perhitungan dosis serap terapi rotasi (IAEA, 2008).

Wulandari dkk. (2022) telah melakukan distribusi dosis radiasi foton berdasarkan kedalaman dan luas lapangan penyinaran pada LINAC. Pengukuran menggunakan blue phantom pada berkas foton 6 MV dan 10 MV pada kedalaman (5-30) cm dan luas lapangan penyinaran (10x10) cm² hingga (40x40) cm². Hasil penelitian didapatkan bahwa dosis radiasi meningkat seiring dengan meningkatnya ukuran luas lapangan penyinaran.

Abrar dkk. (2023) telah melakukan verifikasi dosis serap berkas foton pada LINAC berenergi 6 MV menggunakan detektor bilik ionisasi. Pengukuran dosis radiasi pada *slab phantom* dilakukan pada variasi luas lapangan (5 x 5) cm², (10 x 10) cm², (15 x 15) cm², (30 x 30) cm², (5 x 10) cm², (10 x 5) cm², (5 x 15) cm², dan (15 x 5) cm². Hasil verifikasi dosis radiasi yang didapatkan yaitu 0,076% hingga 0,548%. Berdasarkan batas toleransi yang ditetapkan yaitu $\pm 2\%$ diperoleh bahwa nilai persentase verifikasi dosis radiasi telah memenuhi standar protokol TRS No. 398 IAEA.

Cahyaningtyas dkk. (2024) telah melakukan pengukuran keluaran berkas radiasi sinar-X menggunakan energi foton dan energi elektron. Variasi energi yang digunakan masing-masing energi foton 6 MV dan energi elektron dengan variasi (4, 6, 8, 10, 12 dan 15) MeV pada luas lapangan (10 x 10) cm² berdasarkan standar TRS No 398 IAEA. Berdasarkan nilai deviasi yang didapatkan bahwa analisis keluaran berkas sinar-X telah memenuhi batas toleransi TRS No 398 IAEA yaitu $\pm 3\%$.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Instalasi Onkologi Radiasi Rumah Sakit Universitas Andalas diperoleh bahwa hasil merujuk pada penelitian Abrar dkk. (2023) Alvionita dan Milvita. (2018) dan Mediawati dkk. (2017). Penelitian yang telah dilakukan yaitu verifikasi dosis serap pada berkas foton energi 6 MV dan 10 MV menggunakan *slab phantom*. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Cahyaningtyas dkk. (2024), Wulandari dkk. (2022), dan Yazdani dkk. (2021) yaitu pengukuran untuk menentukan keluaran dosis radiasi LINAC. Perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan yaitu pada tahap

verifikasi setelah perencanaan pada TPS dengan dosis yang terukur menggunakan *slab phantom*. Penelitian ini menggunakan parameter TPR pada *slab phantom* dengan variasi luas lapangan persegi dan luas lapangan ekuivalen.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian adalah:

1. Menentukan faktor koreksi berkas radiasi untuk memperoleh nilai dosis yang terukur sebagai proses verifikasi dosis serap.
2. Menentukan kesesuaian dosis perencanaan pada TPS dengan dosis radiasi yang terukur pada fantom untuk mendapatkan nilai verifikasi dosis serap berdasarkan protokol TRS No.398 IAEA.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah memberikan referensi kepada fisikawan medis mengenai pengukuran dosis radiasi yang dihasilkan oleh berkas foton saat penyinaran telah memenuhi standar, mengetahui keandalan alat sebagai terapi pengobatan kanker dan dapat digunakan untuk mengobati pasien melalui penyinaran sesuai target yang diinginkan.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup dan batasan penelitian yang digunakan pada penelitian yaitu :

1. Penelitian menggunakan pesawat terapi LINAC Clinac CX energi foton 6 MV dan 10 MV dan *slab phantom*.
2. Penelitian dibatasi dengan variasi luas lapangan persegi (6 x 6) cm², (10 x 10) cm², (15 x 15) cm² dan luas lapangan ekuivalen (9 x 11,5) cm², dan (8 x 13,3) cm².
3. Pengukuran dosis serap yang dilakukan menggunakan teknik *Tissue Phantom Ratio* (TPR) dengan *Source to Axis Distance* (SAD) 100 cm
4. Batas toleransi berdasarkan TRS No. 398 IAEA dengan standar diskrepansinya yaitu $\pm 5\%$.