

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Radioterapi merupakan modalitas pengobatan yang memanfaatkan zat radioaktif terbungkus dan/atau pembangkit radiasi pengion, salah satu peralatan yang digunakan adalah *Linear Accelerator* (Linac) (Bapeten, 2013). Prinsip radioterapi yaitu memberikan dosis radiasi yang adekuat untuk mematikan sel kanker dengan tetap meminimalkan kerusakan pada jaringan sehat di sekitarnya (Bapeten, 2018).

Sejalan dengan prinsip tersebut, akurasi dosis menjadi salah satu aspek yang sangat krusial dalam praktik klinis. Untuk menjamin kebenaran nilai dosis serap yang diberikan kepada pasien, keluaran radiasi Linac wajib dikalibrasi (Bapeten, 2006). Dalam dosimetri referensi radioterapi eksternal, kuantitas yang digunakan adalah dosis serap ke air (*absorbed dose to water, D_w*), yang ditentukan berdasarkan protokol internasional seperti IAEA TRS-398 dan AAPM TG-51. Pada kedua protokol tersebut, kalibrasi berkas foton *megavoltage* atau energi tinggi dilakukan dalam medium air sebagai standar referensi untuk penentuan D_w (Kry dkk., 2020).

Penentuan D_w pada kedua protokol tersebut menggunakan formalisme berbasis kamar ionisasi dengan faktor kalibrasi dosis serap ke air pada kualitas berkas referensi ^{60}Co ($N_{D,w}^{60\text{Co}}$) serta faktor konversi kualitas berkas (k_Q) untuk menentukan dosis serap ke air pada berkas klinis (Kinoshita dkk., 2017).

IAEA mengeluarkan protokol dosimetri absolut pada foton energi tinggi untuk mengukur dosis serap ke air, yaitu *Technical Reports Series* (TRS) 398. Protokol tersebut merekomendasikan penggunaan detektor kamar ionisasi (*ionization chamber*) dengan penerapan beberapa faktor koreksi terhadap respon mentah detektor untuk memperoleh nilai dosis serap yang akurat. Faktor-faktor koreksi tersebut meliputi koreksi temperatur dan tekanan (k_{TP}), efek polaritas (k_{pol}), serta rekombinasi ion (k_s). Selain itu, penentuan dosis serap juga melibatkan

faktor kalibrasi detektor kamar ionisasi pada kualitas berkas referensi Co-60 (N_{D,w,Q_0}) dan faktor konversi kualitas berkas (k_{Q,Q_0}) untuk menyesuaikan kualitas berkas referensi dengan kualitas berkas klinis. Faktor kalibrasi disediakan oleh laboratorium standar sedangkan faktor koreksi lainnya harus ditentukan sesuai protokol dosimetri yang digunakan (Baghani dkk., 2021).

Protokol AAPM TG-51 merupakan standar dosimetri referensi klinis yang menetapkan prosedur penentuan dosis serap ke air (D_w) pada berkas foton energi tinggi melalui penggunaan faktor kalibrasi kamar ionisasi (*ionization chamber*) ($N_{D,w}^{60Co}$) yang tertelusur ke laboratorium standar primer. Dalam implementasinya, protokol ini menggunakan parameter $\%dd(10)_x$ sebagai indeks kualitas berkas untuk menentukan faktor konversi kualitas berkas (k_Q), serta mengharuskan penerapan berbagai faktor koreksi pada pembacaan detektor guna mengakomodasi efek fisik seperti variasi suhu dan tekanan (P_{TP}), polaritas (P_{pol}), rekombinasi ion (P_{ion}), dan efisiensi elektrometer (P_{elec}) (Muir dkk., 2022).

Meskipun protokol IAEA TRS-398 dan AAPM TG-51 sama-sama berbasis pada standar dosis serap ke air (D_w), keduanya memiliki perbedaan mendasar dalam penentuan indeks kualitas berkas dan formulasi faktor koreksi untuk dosimetri absolut pada foton energi tinggi. Protokol TRS-398 menggunakan *Tissue-Phantom Ratio* ($TPR_{20,10}$) sebagai spesifikasi kualitas berkas, sementara TG-51 mengandalkan komponen foton dari *percentage depth dose* pada kedalaman 10 cm ($\%dd(10)_x$). Selain itu, terdapat perbedaan dalam metode ekstraksi faktor koreksi rekombinasi ion (k_s) pada TRS-398 dan (P_{ion}) pada TG-51, di mana TRS-398 menggunakan pendekatan grafik atau fit kuadratik yang berbeda untuk setiap jenis radiasi, sedangkan TG-51 menggunakan formulasi linear yang spesifik terhadap tegangan operasi kamar ionisasi (Hosseini Bojdani dkk., 2023).

Perbedaan metodologi ini dapat menghasilkan variasi nilai dosis serap yang dihitung, sehingga analisis komparatif antara kedua protokol tersebut menjadi sangat penting untuk menjamin konsistensi dan akurasi dosis dalam pelayanan radioterapi.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai dosis serap ke air pada berkas foton Linac yang ditentukan menggunakan dua protokol dosimetri referensi, yaitu protokol *International Atomic Energy Agency (IAEA) Technical Reports Series No.398 (TRS-398)* dan protokol *American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group-51 (TG-51)*.

1.3. Manfaat Penelitian

Perbandingan penentuan dosis serap ke air pada berkas foton Linac menggunakan protokol *International Atomic Energy Agency (IAEA) Technical Reports Series No.398 (TRS-398)* dan protokol *American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group-51 (TG-51)* diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kesesuaian hasil perhitungan kedua protokol dalam dosimetri referensi radioterapi serta mengidentifikasi perbedaan yang muncul dari penerapan masing-masing metode. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi fisikawan medik dalam memahami karakteristik kedua protokol dan mendukung penerapan dosimetri yang akurat pada penggunaan Linac foton.