

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan salah satu metode pengobatan kanker yang menggunakan radiasi pengion sebagai sumber pengobatannya. Proses pengobatan dengan radioterapi dapat menggunakan pesawat *Linear Accelerator* (LINAC). LINAC menghasilkan radiasi pengion berenergi tinggi berupa foton atau elektron yang dapat membunuh sel kanker. Berdasarkan PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2020 dalam radioterapi harus menerapkan prinsip proteksi radiasi salah satunya penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi. Prinsip optimisasi proteksi dan keselamatan kerja ini bertujuan agar dosis yang diberikan kepada pasien maksimum pada wilayah penyinaran atau lapangan target dan minimum pada jaringan normal di sekitar lapangan target. Penentuan dosis pada jarak tepi di luar lapangan penyinaran memiliki tingkat akurasi yang rendah sehingga diperlukan beberapa metode alternatif untuk memperkirakan dosis pada pasien. Ketidaktepatan dosis menimbulkan efek biologis seperti kerusakan *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA) dan mutasi pada sel yang tidak terkena radiasi secara langsung.

Dosis radiasi yang diterima jaringan normal di luar lapangan penyinaran disebut sebagai dosis periferal atau *Out of Field Dose*. Istilah dosis periferal saat ini masih jarang digunakan. Dosis Periferal umumnya disebut sebagai dosis hambur di daerah luar target. Dosis periferal dihasilkan dari interaksi radiasi seperti foton, elektron dan neutron dengan sistem pengiriman radiasi tersebut yang

mengakibatkan muncul adanya radiasi yang tidak seharusnya diterima oleh pasien (Meyer dan Schefter, 2017). Dosis periferal berpengaruh terhadap pengiriman dosis pada organ dengan toleransi radiasi rendah seperti organ reproduksi, lensa mata, tiroid dan payudara. Radiasi dosis periferal dapat terjadi karena adanya kebocoran pada kepala *gantry*, radiasi hambur pada kolimator, dan radiasi hambur dari internal pasien (Hubert dkk., 2022; Momeni dkk., 2022). Selain itu, dosis periferal dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan normal sehingga memiliki risiko efek samping yang dapat meningkatkan komplikasi jangka panjang pada pasien (Albano dkk., 2021).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya maka pengukuran dosis periferal yang diterima pasien perlu dilakukan untuk memastikan organ sensitif di luar lapangan penyinaran tidak menerima dosis radiasi yang melewati toleransi, melindungi *Organ at Risk* (OAR) dan kesesuaian dosis dapat terpenuhi. Evaluasi dosis periferal dapat dilakukan dengan mengukur dosis radiasi yang diterima oleh jaringan normal di luar daerah yang terpapar menggunakan alat ukur dosis yang sensitif seperti *Thermoluminescent Dosimetry* (TLD), *Optical Stimulating Luminescence Dosimetry* (OSLD), bilik ionisasi (*Ionization Chamber*), dan film dosimeter (Podgorsak, 2005).

Putri (2018) mengevaluasi dosis radiasi perifer berkas foton *Flattening Filter Free* (FFF) 6 MV dengan menggunakan detektor bilik ionisasi IBA CC13 dan Film radiokromik *GafChromic* TM EBT3. Pengukuran dilakukan pada fantom air dengan membandingkan hasil pengukuran berkas foton tanpa *Flattening Filter* (FFF) dengan berkas foton yang menggunakan *Flattening Filter* (WFF). *Flattening*

Filter merupakan perangkat yang digunakan untuk menyetarakan efek pemuncakan distribusi foton sehingga akan didapatkan dosis yang seragam. Variasi lapangan yang digunakan $(0,8 \times 0,8) \text{ cm}^2$ hingga $(10 \times 10) \text{ cm}^2$ pada kedalaman d_{max} , 5 g/cm^3 dan 10 g/cm^3 dan jarak $(0,6 - 5) \text{ cm}$ dari tepi lapangan. Hasil pengukuran detektor kemudian dibandingkan dengan nilai kalkulasi yang tertera pada *Treatment Planning System* (TPS). Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa dosis periferal meningkat terhadap kedalaman dan luas lapangan, namun menurun terhadap jarak dari tepi lapangan. Pada penelitian ini juga diketahui dosis radiasi periferal berkas foton *With Flattening Filter* (WFF) lebih tinggi dari berkas FFF.

Abdellal dkk. (2020) melakukan dua penelitian mengenai perbandingan dosis periferal, pertama berdasarkan detektor *Pinpoint Ionization Chamber* dengan kalkulasi TPS pada berkas foton 6 MV dan 15 MV. Variasi luas lapangan dimulai dari $(10 \times 10) \text{ cm}^2$ hingga $(30 \times 30) \text{ cm}^2$ dengan kedalaman 1,5 cm hingga 10 cm. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan berkas foton 6 MV menggunakan detektor *Markus Ionization Chamber*. Luas lapangan yang digunakan $(5 \times 5) \text{ cm}^2$ hingga $(30 \times 30) \text{ cm}^2$ dengan kedalaman 1,5 cm hingga 30 cm. Penelitian bertujuan untuk membandingkan dosis periferal yang terukur berdasarkan variasi dari kedalaman, energi yang digunakan, *Collimator Angle*, dan *Source to Surface Distance* (SSD) pada fantom air 3D yang kemudian pengukuran ini dibandingkan dengan estimasi nilai yang tertera pada TPS. Hasil dari kedua penelitian ini menyatakan bahwa nilai dosis periferal meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran lapangan, kedalaman, energi dan SSD. Pada penelitian ini juga didapatkan bahwa hasil

pengukuran dosis periferal menggunakan detektor selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai kalkulasi yang telah diprogram oleh TPS.

Selanjutnya, Matuszak dkk. (2022) melakukan penelitian mengenai dosis non target dan dosis periferal dari radiasi elektron dengan energi 6 MeV, 9 MeV, dan 12 MeV pada *slab fantom*. Variasi kedalaman yang digunakan (1 – 5) cm dengan jarak (1 – 10) cm dari tepi lapangan penyinaran. Penelitian dirancang untuk mengevaluasi dosis di luar lapangan penyinaran dengan cara melakukan pengukuran dosis periferal pada fantom menggunakan detektor *Ionization Chamber* tipe *Farmer* dan detektor dioda E. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa dosis periferal untuk berkas elektron menurun karena kedalaman dan jarak tepi lapangan yang meningkat.

Berkaitan dengan penelitian sebelumnya, maka telah dilakukan penelitian evaluasi dosis periferal pada pesawat terapi *Linear Accelerator* (LINAC) tipe Clinac CX menggunakan detektor bilik ionisasi tipe *Farmer*. Detektor digunakan untuk mengukur dosis kedalaman, dosis maksimum, dosis pada tepi lapangan dan mengukur besar nilai dosis pada sumbu *Central Axis* (CAX). Detektor bilik ionisasi tipe farmer digunakan karena memiliki tingkat sensitivitas yang baik yaitu sebesar $0,6 \text{ cm}^3$. Penelitian dilakukan menggunakan *slab fantom*, di mana fantom air memiliki kepadatan yang menyerupai jaringan manusia. Penelitian dilakukan pada luas lapangan kecil ($5 \times 5 \text{ cm}^2$) dan luas lapangan referensi ($10 \times 10 \text{ cm}^2$). Berkas radiasi yang digunakan adalah berkas foton 6 MV, karena berkas foton memiliki tingkat hamburan yang lebih kecil dibandingkan dengan foton 10 MV. Hasil

pengukuran dari detektor bilik ionisasi tipe *Farmer* dibandingkan dengan estimasi nilai yang dikalkulasikan pada TPS.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan nilai dosis periferan dari berkas foton 6 MV.
2. Membandingkan nilai dosis periferan terukur dengan estimasi nilai pada TPS berdasarkan *Technical Reports Series No. 1583 International Atomic Energy Agency (IAEA)*.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi bagi fisikawan medis dalam melakukan pengobatan radioterapi agar dosis yang diterima pasien maksimum pada target kanker dan minimum pada jaringan sehat.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Unand menggunakan pesawat terapi LINAC tipe Clinac CX. Pengukuran berkas dilakukan dengan dosimeter bilik ionisasi tipe *Farmer* pada *slab fantom*. Variasi luas lapangan yang digunakan $(5 \times 5) \text{ cm}^2$, $(10 \times 10) \text{ cm}^2$ dan variasi kedalaman d_{max} , 5 cm, 10 cm dengan jarak 3 cm, 5 cm, 7 cm, 10 cm, dan 15 cm dari tepi lapangan radiasi. Kalkulasi dosis periferan menggunakan TPS *software ECLIPSE™* sebagai pembanding dari nilai pada bilik ionisasi tipe *Farmer*.