

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker nasofaring (KNF) merupakan salah satu jenis keganasan yang berkembang pada daerah nasofaring, yaitu bagian yang terletak di antara tenggorokan bagian atas dan belakang rongga hidung (Netter, 2019). Di Indonesia, KNF termasuk dalam lima besar jenis kanker dengan frekuensi kejadian yang cukup tinggi. Berdasarkan data World Health Organization (WHO) tahun 2022, tercatat sekitar 18.835 kasus kanker nasofaring di Indonesia. Penyakit ini sering kali terdiagnosis pada stadium lanjut (stadium III–IV), sehingga radioterapi eksternal menjadi modalitas utama dalam penanganannya, baik sebagai terapi utama maupun dikombinasikan dengan kemoterapi (Myers, 1989).

Radioterapi merupakan salah satu metode pengobatan kanker yang memanfaatkan radiasi pengion untuk menghancurkan sel kanker dengan tetap meminimalkan kerusakan pada jaringan sehat di sekitarnya. Dalam praktik radioterapi modern, teknik seperti *Intensity-Modulated Radiotherapy* (IMRT) dan *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) yang menggunakan Linear Accelerator (LINAC) banyak digunakan karena mampu memberikan distribusi dosis yang lebih konformal pada target terapi. Teknik ini memungkinkan pemberian dosis tinggi pada target volume, seperti *gross tumor volume (GTV)*, *clinical target volume (CTV)*, dan *planning target volume (PTV)*, sekaligus meminimalkan paparan radiasi pada organ-organ berisiko (organ at risk/OAR) seperti lensa mata, kelenjar air mata, dan hipotalamus.

LINAC merupakan perangkat utama yang digunakan sebagai sumber radiasi dalam radioterapi. Oleh karena itu, kinerja LINAC harus memenuhi standar kualitas yang ketat agar dosis radiasi yang diberikan kepada pasien tetap akurat dan aman. Salah satu parameter penting dalam program *Quality Assurance* (QA) adalah konsistensi output, yaitu kestabilan dosis radiasi yang dihasilkan oleh LINAC dari waktu ke waktu (Flynn dkk., 2009). Konsistensi ini biasanya diukur melalui perubahan dosis relatif per monitor unit (MU) pada pemeriksaan harian.

Berdasarkan protokol AAPM TG-142, variasi output LINAC sebaiknya tidak melebihi $\pm 3\%$ dari nilai referensi untuk memastikan akurasi pemberian dosis. Namun dalam praktik klinis, beberapa faktor seperti penurunan performa komponen mesin, perubahan energi radiasi, maupun ketidakstabilan alat pengukur dosis dapat menyebabkan variasi output yang berpotensi memengaruhi distribusi dosis yang diterima pasien.

Pada kasus kanker nasofaring, area penyinaran berada di sekitar kepala dan leher yang memiliki beberapa organ sensitif terhadap radiasi, salah satunya adalah lensa mata. Lensa mata merupakan jaringan yang sangat radiosensitif, sehingga paparan radiasi yang melebihi batas toleransi dapat meningkatkan risiko terjadinya katarak akibat radiasi. Batas toleransi dosis pada lensa mata umumnya berada pada kisaran 7–10 Gy, sehingga distribusi dosis pada organ ini perlu diperhatikan dengan baik selama proses perencanaan maupun pelaksanaan radioterapi (Bentzen dkk., 2010). Perubahan kecil pada output LINAC dapat berpotensi meningkatkan dosis yang diterima oleh lensa mata, terutama karena posisi nasofaring yang relatif dekat dengan rongga orbit.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketidakkonsistenan output LINAC dapat memengaruhi dosis radiasi yang diterima oleh organ sehat di sekitar target terapi (Wang et al., 2025). Konsistensi output LINAC merupakan parameter penting dalam menjamin akurasi penyampaian dosis pada teknik IMRT. Flynn et al. (2008) melaporkan bahwa meskipun variasi output LINAC dapat diredam oleh efek averaging dan cancellation akibat kontribusi banyak arah penyinaran, penyimpangan output yang berlebihan tetap berpotensi menimbulkan deviasi dosis dari rencana terapi. Selain itu, Wang et al. (2025) melaporkan bahwa LINAC dengan stabilitas output yang baik mampu mempertahankan akurasi dosis pasien dengan *gamma pass rate* sebesar 99,6–100%, sehingga *fluktuasi output* yang masih berada dalam batas toleransi *quality assurance* tidak memberikan pengaruh klinis yang signifikan terhadap distribusi dosis. Oleh karena itu, pengendalian output LINAC secara rutin melalui program *quality assurance* sangat diperlukan untuk memastikan bahwa dosis yang diterima pasien tetap sesuai dengan dosis yang direncanakan.

Namun, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada pengaruh variasi output terhadap target terapi (PTV) dan kualitas distribusi dosis secara umum. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai pengaruh konsistensi output LINAC terhadap dosis organ risiko (OAR) masih terbatas, khususnya pada lensa mata pasien kanker nasofaring. Oleh sebab itu untuk penelitian selanjtnya akan melihat pengaruh konsistensi output LINAC terhadap dosis lensa mata pada pasien kanker nasofaring.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsistensi output LINAC terhadap dosis yang diterima lensa mata pada pasien kanker nasofaring yang menjalani radioterapi.
2. Menilai apakah dosis radiasi pada lensa mata masih berada dalam batas toleransi yang aman untuk mencegah katarak akibat radiasi.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam pelaksanaan Quality Assurance (QA) pada peralatan radioterapi, sehingga dapat membantu meminimalkan risiko efek samping pada mata serta meningkatkan kualitas dan keamanan pelayanan radioterapi pada pasien kanker nasofaring.