

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan modalitas utama dalam tatalaksana pengobatan kanker yang bekerja melalui pemanfaatan radiasi pengion untuk menghancurkan sel tumor. Keberhasilan prosedur ini sangat bergantung pada akurasi distribusi dosis, yaitu kemampuan untuk memberikan dosis radiasi yang cukup (adekuat) pada organ target dengan tetap menjaga dosis yang diterima jaringan sehat di sekitarnya (*Organ At Risk-OAR*) di bawah ambang batas toksisitas yang diizinkan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, teknik radioterapi telah berevolusi menjadi lebih kompleks dari yang awalnya menggunakan teknik 2D dan *3D-Conformal Radiotherapy* (CRT), hingga muncul Teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT) dan *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT). Teknik ini memungkinkan distribusi dosis yang sangat konformal dengan gradien dosis yang tajam. Konsekuensinya, jika ada sedikit penyimpangan dalam perencanaan maupun pemberian radiasi dapat memberikan dosis berlebih pada jaringan sehat atau dosis yang tidak adekuat untuk organ target yang meningkatkan risiko komplikasi radiasi bagi pasien.

Oleh karena itu, verifikasi dosis *pre-treatment* menjadi langkah preventif sangat penting dilakukan pada rencana terapi sebelum diberikan kepada pasien. Akurasi dosis harus diverifikasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa distribusi dosis yang telah direncanakan di *Treatment Planning System* (TPS) akan sama dengan dosis yang diberikan kepada pasien oleh mesin *Linear Accelerator* (Linac).

Berdasarkan pedoman AAPM Task Group 218, penggunaan metode verifikasi berbasis pengukuran dengan kriteria Gamma Index merupakan langkah standar untuk menjamin dosis yang direncanakan TPS sesuai dengan yang terkirim ke pasien. Namun, pemilihan alat verifikasi antara sistem berbasis *Portal Dosimetry* (EPID) dan *2D Array Detector* (seperti IBA MatriXX) memiliki karakteristik teknis

yang berbeda, sehingga evaluasi komparatif diperlukan untuk memastikan efisiensi dan akurasi di lingkungan klinis (Miften et al., 2018).

Meskipun standar internasional melalui AAPM TG 218 telah memberikan panduan mengenai verifikasi dosis, implementasi klinisnya dapat bervariasi tergantung pada karakteristik teknologi yang digunakan di masing-masing institusi. Di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. MOEWARDI Surakarta, verifikasi dosis *pre-treatment* merupakan prosedur rutin yang penting untuk menjamin keselamatan pasien. Saat ini, terdapat dua opsi instrumen verifikasi yang tersedia, yaitu sistem EPID yang terintegrasi dengan Linac VitalBeam dan detektor eksternal MatriXX IBA. Korelasi antara kedua alat tersebut perlu dikaji lebih mendalam karena perbedaan resolusi detektor dan mekanisme akuisisi data antara kedua alat tersebut pada pesawat VitalBeam berpotensi menghasilkan variasi skor Gamma Indeks yang berbeda untuk rencana terapi yang sama. Selain aspek akurasi, pemilihan modalitas verifikasi dalam lingkungan klinis yang padat seperti di RSUD Dr. Moewardi juga dipengaruhi oleh efisiensi alur kerja. Penggunaan EPID menawarkan keunggulan signifikan dalam hal waktu *setup* karena bisa langsung dilakukan tanpa menggunakan *phantom*, berbeda dengan detektor array eksternal seperti IBA MatriXX yang memerlukan kalibrasi fisik dan pemasangan *phantom* tambahan.

Dari latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan verifikasi dosis *pre-treatment* antara EPID dan MatriXX IBA agar diketahui tingkat konsistensi korelasi antara keduanya. Hasil dari penelitian ini memiliki manfaat sebagai bentuk strategi preventif di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. MOEWARDI. Dalam praktik klinis, tidak menutup kemungkinan terjadi kendala teknis pada instrumen verifikasi seperti adanya *dead pixel* atau kerusakan pada panel sensor EPID pesawat VitalBeam, maupun kerusakan detektor MatriXX IBA. Dengan diketahuinya korelasi antara kedua metode ini, instalasi radioterapi memiliki acuan ilmiah untuk dalam melakukan prosedur cadangan verifikasi dari satu alat ke alat lainnya tanpa meragukan validitas dosis yang diterima pasien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat nilai *Gamma Passing Rate* antara Portal Dosimetry dan MatriXX IBA pada pesawat VitalBeam berdasarkan kriteria AAPM TG-218?
2. Sejauh mana perbedaan karakteristik teknis (resolusi dan setup pengukuran) memengaruhi hasil distribusi dosis pada kedua instrumen tersebut?
3. Bagaimana pengaruh kompleksitas lapangan terhadap nilai *Gamma Passing Rate* pada kedua alat tersebut?
4. Bagaimana prosedur verifikasi alternatif yang valid untuk diterapkan di RSUD Dr. Moewardi sebagai langkah mitigasi saat terjadi kendala teknis pada suatu alat?

1.3 Batasan Masalah

1. Analisis akurasi dilakukan menggunakan metode *Gamma Index* dengan kriteria toleransi 3%/3 mm untuk membandingkan sistem EPID (*Portal Dosimetry*) dan MatriXX IBA pada pesawat Linac VitalBeam di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi.
2. Teknik penyinaran dibatasi pada rencana terapi IMRT dengan energi foton 6 MV, serta berfokus pada pengaruh resolusi detektor dan setup pengukuran (*phantom dan non-phantom*).
3. Penyusunan protokol alternatif hanya difokuskan pada validasi klinis sebagai prosedur cadangan untuk menjamin kesinambungan layanan saat terjadi kendala teknis pada salah satu alat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengevaluasi kesesuaian hasil verifikasi EPID dan MatriXX IBA terhadap standar toleransi klinis (3%/3mm) pada pesawat *Linac VitalBeam*.
2. Menganalisis perbedaan karakteristik teknis kedua instrumen karena pengaruh resolusi detektor dan setup pengukuran.
3. Menganalisis pengaruh geometri penyinaran dan kompleksitas lapangan (seperti ketergantungan sudut/*angular dependence*) terhadap variasi nilai *passing rate* gamma index pada kedua detektor.
4. Merekomendasikan protokol verifikasi alternatif sebagai langkah mitigasi risiko operasional jika terjadi kendala teknis pada salah satu perangkat di RSUD Dr. Moewardi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Diperoleh profil data statistik hasil pengukuran *Gamma Passing Rate* yang akan menjadi pertimbangan akurasi verifikasi dosis pre-treatment di RSUD Dr. Moewardi.
2. Diperoleh data teknis komparatif antara detektor berbasis EPID dan MatriXX IBA sebagai pertimbangan untuk memahami keterbatasan dan keunggulan dalam optimalisasi sistem QA.
3. Menyediakan prosedur operasional alternatif yang tervalidasi agar layanan pasien tetap berjalan lancar saat terjadi kendala teknis (seperti *dead pixel*).