

ABSRTAK

Kanker prostat merupakan keganasan kedua paling sering pada pria global, dengan 13.130 kasus baru dan 4.860 kematian di Indonesia tahun 2022. Terapi proton menawarkan presisi tinggi melalui fenomena Bragg peak, namun penelitian sebelumnya terbatas pada sedikit konfigurasi sudut berkas dengan asumsi jaringan homogen. Penelitian ini memvalidasi simulasi Geant4 terhadap data integral depth dose, merancang 8 arah berkas proton optimal, dan mensimulasikan dosis OAR dari 255 kombinasi sudut berkas pada fantom homogen dan heterogen ICRP 145 MRCPs (total 510 simulasi). Teknik pencil beam spot-scanning dengan modulasi SOBPs dan optimasi multi-kriteria menggunakan metrik OARScore diterapkan. Validasi menunjukkan deviasi puncak Bragg 1-2 mm (dalam toleransi ICRU/AAPM). Kombinasi 5-berkas (0° - 45° - 135° - 225° - 315°) teridentifikasi sebagai konfigurasi top-stable, peringkat 1 pada 6/9 skenario pembobotan klinis. Berkas posterior (180°) memberikan dosis rektum tertinggi (4,84 Gy) dan harus dihindari. Heterogenitas jaringan menyebabkan range shift 1-1,5 cm. Simulasi Geant4 dengan fantom MRCPs ICRP 145 akurat untuk perencanaan terapi proton prostat. Konfigurasi anterior-oblique simetris optimal untuk keseimbangan cakupan target dan proteksi OAR.

Kata Kunci: Terapi proton, kanker prostat, Geant4, MRCPs ICRP 145, optimasi sudut berkas