

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil komparasi simulasi Monte Carlo menggunakan PRIMO dengan pengukuran eksperimen pada LINAC Varian Clinac CX energi 6 MV, dapat disimpulkan bahwa:

1. Simulasi PRIMO mampu merepresentasikan distribusi dosis PDD dengan tingkat kesesuaian sangat baik, ditunjukkan oleh nilai Gamma Passing Rate (GPR) sebesar 97,98% (4×4) cm<sup>2</sup>, 97,43% (10×10) cm<sup>2</sup>, dan 87% (40×40) cm<sup>2</sup>. Penurunan GPR pada lapangan besar disebabkan oleh meningkatnya kontribusi hamburan lateral.
2. Pada evaluasi dose profile, kesesuaian simulasi dan eksperimen paling baik pada daerah tengah lapangan (flat region), sedangkan deviasi lebih besar terjadi pada daerah penumbra dan kedalaman dangkal akibat gradien dosis yang curam serta keterbatasan resolusi detektor.

Secara keseluruhan, simulasi PRIMO telah memenuhi kriteria toleransi QA ( $\gamma \leq 1$ , kriteria 2%/2 mm) dan layak diadopsi sebagai alat verifikasi independen untuk QA rutin berkas foton LINAC Varian Clinac CX, dengan catatan perlunya pertimbangan khusus pada analisis lapangan besar dan daerah bergradien tinggi.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan pengukuran pada daerah *build-up* dan penumbra. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan detektor dengan resolusi spasial lebih tinggi (misalnya *diode* atau *micro-ionization chamber*) serta pengaturan posisi detektor yang lebih presisi, agar perbedaan antara simulasi dan pengukuran pada daerah *build-up* dan penumbra dapat diminimalkan.

2. Pendalaman analisis untuk lapangan berukuran besar ( $40 \times 40 \text{ cm}^2$ )  
Mengingat nilai *Gamma Passing Rate* pada lapangan besar lebih rendah dibandingkan lapangan kecil dan standar, penelitian lanjutan perlu mengkaji secara lebih detail pengaruh hamburan lateral dan *backscatter* dari kolimator, serta melakukan optimasi parameter simulasi PRIMO untuk meningkatkan akurasi pada lapangan besar.
3. Perluasan variasi kondisi QA untuk memperkuat validasi simulasi PRIMO sebagai alat bantu QA, penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi variasi energi berkas foton dan kriteria indeks gamma yang berbeda, sehingga kinerja simulasi dapat dinilai secara lebih komprehensif dalam berbagai kondisi klinis.

