

ABSTRAK

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik berenergi tinggi yang banyak dimanfaatkan dalam bidang medis, khususnya untuk keperluan radiografi diagnostik, CT-scan, dan terapi kanker. Pengembangan dan optimalisasi sistem sinar-X sangat penting untuk mendukung kebutuhan di bidang medis maupun industri. Namun, penelitian eksperimental terhadap sistem ini sering kali menghadapi kendala berupa tingginya biaya, keterbatasan akses peralatan, serta rendahnya fleksibilitas dalam pengaturan parameter. Simulasi berbasis metode Monte Carlo menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *benchmarking* spektrum energi pesawat sinar-X hasil simulasi Monte Carlo menggunakan perangkat lunak MCNP (*Monte Carlo N-Particle*) dan membandingkannya dengan hasil simulasi SpekCalc. Simulasi dilakukan pada tabung sinar-X Siemens tipe P135/30R dengan variasi tegangan tabung (60–130 keV) dan jarak detektor (70–130 cm). Spektrum sinar-X dari SpekCalc diperoleh pada jarak tetap 100 cm dari sumber, sedangkan pada simulasi MCNP, bentuk spektrum yang paling serupa diperoleh pada jarak 115–125 cm untuk rentang energi yang sama. Hasil simulasi dianalisis menggunakan grafik spektrum, nilai mutlak deviasi foton, serta rata-rata deviasi untuk menentukan jarak detektor yang paling representatif terhadap spektrum SpekCalc. Selain itu, diperoleh persamaan garis faktor koreksi jarak detektor simulasi MCNP untuk spektrum sinar-X *brehmsstrahlung*, yaitu $y = 0,1667x + 5,4167$. Persamaan garis yang diperoleh menunjukkan hubungan linier antara tegangan tabung dan faktor koreksi jarak pada simulasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa MCNP mampu mereproduksi spektrum sinar-X dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat bantu *benchmarking* dalam pengembangan sistem sinar-X.

Kata Kunci: MCNP, Monte Carlo, SpekCalc, tabung sinar-X, *benchmarking*, spektrum *brehmsstrahlung*