

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hingga saat ini pemanfaatan teknologi nuklir sangat menarik perhatian banyak orang, khususnya di bidang kedokteran yang digunakan untuk pengobatan penyakit kanker. Salah satu proses pengobatan dengan menggunakan radioterapi yang memanfaatkan radiasi pengion (sinar-X, sinar gamma, atau elektron) berenergi tinggi dalam upaya membunuh sel kanker ganas atau memperlambat pertumbuhan mereka, baik secara langsung atau tidak langsung. Alat terapi radiasi eksternal yang paling umum digunakan dalam melakukan radioterapi pada pasien yang terkena kanker adalah Linear Accelerator (LINAC), pesawat pemercepat elektron (LINAC) yang telah digunakan awal tahun 1950-an untuk terapi berbagai jenis tumor dalam mengobati semua lokasi organ yang terkena kanker dengan memberikan *higher-energi* sinar-x kepada daerah tumor pasien (IAIE, 2000). Pesawat Linac menghasilkan berkas foton dan elektron, dimana berkas foton digunakan untuk menyinari kanker yang berada dalam jaringan tubuh seperti kanker nasofaring, kanker payudara, kanker serviks, dan lain sebagainya, sedangkan berkas elektron digunakan untuk menyinari kanker dalam kasus kanker kulit (Khan F. M., 2010b).

Cara perhitungan dosis untuk perencanaan radioterapi dapat dilakukan menggunakan metode Monte Carlo. Monte Carlo merupakan metode perhitungan yang menggunakan proses bilangan *random*, dimana mengandung probabilitas. Probabilitas tersebut berhubungan dengan *cross-section* dari suatu partikel baik elektron, maupun sinar-X (foton) saat mengenai volume materi yang banyak digunakan dalam radioterapi. Dengan metode Monte Carlo, perjalanan masing-masing partikel akan diperhatikan sampai partikel tersebut diserap oleh materi. Dengan mensimulasikan sejumlah partikel, Monte Carlo dapat menghitung kuantitas *fluence*, spectrum energi, dan distribusi dosis serap.

Biasanya software pengembangan untuk metode Monte Carlo adalah *EGSnrc* yang hanya mampu melakukan simulasi foton, elektron dan positron. Perkembangan teknologi, mampu menambah software pengembangan terbaru untuk metode Monte Carlo yakni FLUKA (*FLUktuierende KAskade*), adalah *software* yang mampu mensimulasikan *transport* partikel dan interaksi terhadap materi seperti partikel hadron, ion berat, dan partikel elektromagnetik dengan energi tinggi. FLUKA pertama kali dikembangkan tahun 1987 oleh Organisasi Eropa untuk Penelitian Nuklir (CERN) dan Institut Itali untuk Fisika Nuklir (INFN).

Pada tahun 2017 telah dilakukan penelitian tentang simulasi Monte Carlo untuk perhitungan differensial dan double differensial *cross section* menggunakan FLUKA. Pada penelitiannya beliau menggunakan target *Rectangular Parallelepiped* atau kotak dan material *tissue* dengan energi mulai dari 10 – 500 MeV/n dengan jumlah partikel 10^7 dan 10^9 untuk menghasilkan differensial dan double differensial *cross section* dari reaksi *beam* ^{12}C dan dibandingkan dengan hasil E600 (Ellmeyer, dkk, 2017). Hasil penelitiannya semakin kecil energi, semakin besar double differensial *cross section* dan sebaliknya.

Sekitar tahun 2015 dilakukan penelitian oleh Felix Horst dan Damian Czarnecki menggunakan software FLUKA dan EGSnrc untuk mengetahui pengaruh kontaminasi neutron pada dosimetri dalam radioterapi sinar foton eksternal. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa FLUKA dapat memprediksi bagian energi tinggi spektrum foton Varian Clinac sesuai dengan EGSnrc (Felix, dkk, 2015).

Sebelumnya tahun 2014 telah dilakukan penelitian menggunakan FLUKA Monte Carlo untuk studi dasar dosimetrik energi ganda akselerator linear medis oleh Abdul Haneefa. Pada penelitiannya digunakan dua energi foton *beam* (6 dan 15 MV) untuk mensimulasikan Varian Clinac LINAC medis menggunakan FLUKA, dan untuk mendesain geometri menggunakan *FLAIR*. Pengukuran eksperimen yang diambil untuk 100 cm *source-to-surface* (SSD) di 50 x 50 x 50 cm³ PTW air *phantom* menggunakan 0,12 cc *ionization chamber* silinder, sehingga simulasi yang dihasilkan

menunjukkan bahwa persentase kedalaman dosis dan profil sinar (PDD) dalam FLUKA sesuai dengan pengukuran eksperimen (Haneefa, dkk., 2014).

Merujuk pada penelitian sebelumnya, penulis tertarik untuk menganalisis pengaruh variasi energi foton dan material geometri terhadap *fluence* foton menggunakan geometri *collimator* silinder dan *phantom* kotak. Selain itu, juga dilakukan analisis reaksi yang terjadi akibat interaksi foton dengan materi atau bahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah pengaruh variasi energi foton dan material *phantom* terhadap distribusi *fluence* menggunakan FLUKA.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan adalah metode Monte Carlo.
2. *Software* yang digunakan adalah FLUKA
3. Pemodelan *phantom* dan *collimator* menggunakan *user interface Flair*.
4. Geometri yang digunakan adalah *Rectangular Parallelepiped* (RPP) sebagai *phantom* dengan ukuran $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$ dengan *collimator* berbentuk silinder dengan jari-jari luar 10 cm dan jari-jari dalam 1 cm.
5. Jarak *collimator* dengan *phantom* 20 cm.
6. Energi foton yang digunakan variasi 6, 8, 10, 12, 16, 18 MeV.
7. Material yang digunakan pada *phantom* adalah PMMA dan Tissue.
8. Pengaruh variasi energi sumber foton dan material *phantom* terhadap distribusi *fluence*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi energi foton dan material *phantom* terhadap *distribusi fluence* dengan Metode Monte Carlo.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan dua metode data yaitu:

a. Studi Literatur

Metode pengumpulan data yang digunakan sebagai langkah awal dalam penelitian berupa pengumpulan informasi materi yang berhubungan dengan penelitian. Beberapa jurnal, skripsi, tesis dan *paper* digunakan sebagai referensi dan kemudian dipahami.

b. Simulasi

Dalam simulasi ini digunakan metode Monte Carlo pada *software* FLUKA. Dibuat model *collimator* silinder dengan program *Flair* dan *phantom* kotak yang terdiri dari material *pmma* dan *tissue*. Hasil simulasi berupa kurva *distribusi fluence*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari laporan ini untuk setiap bab diuraikan secara singkat yaitu:

BAB I Pendahuluan

Berisi tentang mendeskripsikan penelitian yang dilakukan berupa latar belakang yang mengenalkan gambaran tentang *software* FLUKA, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Berisi tentang tinjauan pustaka atau landasan teori sebagai hasil studi literatur yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian, peralatan yang digunakan, dan metode penelitian yang dilakukan selama proses pengambilan data.

BAB IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Berisi tentang uraian-uraian mengenai penelitian secara lengkap yang disertai data-data yang diperoleh dari hasil penelitian.

BAB V Penutup

Bab terakhir dari proposal tugas akhir dimana penulis menyimpulkan mengenai keseluruhan hasil penelitian dan mencoba memberikan saran berdasarkan hasil analisa penulis untuk pengembangan selanjutnya.