

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut National Cancer Institut, kanker disebabkan karena adanya sel-sel abnormal akibat kerusakan Deoxyribose-Nucleid Acid (DNA), membelah tanpa kendali dan dapat menyerang sel normal lainnya melalui pembuluh darah (kapiler) dan system limfe (getah bening), baik jaringan didekatnya atau bahkan sel kanker dapat tumbuh dan menjalar ke jaringan lain yang jauh dari asalnya (metastasis). Penyakit kanker sudah menyebar merata ke seluruh dunia, termasuk Negara Indonesia pada tahun 1992 kanker berada pada urutan keenam dan merupakan salah satu penyebab utama morbiditas (kondisi yang mengubah kualitas hidup dan kesehatan) serta mortalitas (kematian). Badan kesehatan dunia World Health Organization (WHO), melaporkan bahwa kanker merupakan penyebab kematian 7,9 juta orang di dunia setiap tahunnya dan merupakan masalah serius yang perlu penanganan khusus dari tim medis dalam mengatasinya.

Penanganan kanker dalam dunia medis dilakukan antara lain dengan operasi, kemoterapi dan radioterapi. Pengobatan kanker hampir 50% menggunakan modalitas radioterapi dengan melibatkan peran fisikawan medis yang didampingi oleh dokter Onkologi Radiasi dalam memanfaatkan teknologi nuklir. Sejak ditemukan sinar-X pada tahun 1895 oleh Wilhelm Conrad Roentgem dan dikenalnya sifat radioaktivitas oleh Marie Curie dan Antonio Henri Becqueurel pada tahun 1896, penggunaan radiasi sebagai salah satu modalitas pengobatan penyakit kanker telah berkembang dengan cepat sampai saat ini.

Terapi radiasi (radioterapi) adalah tindakan medis yang dilakukan pada pasien penderita kanker dengan menggunakan sumber radioaktif berupa radiasi pengion untuk mematikan sel kanker. Tujuan terapi radiasi ini adalah untuk

memberikan dosis radiasi tinggi secara fraksinasi pada sel kanker dengan dosis serendah mungkin untuk sel-sel normal disekitarnya.

Dengan perkembangan teknologi, pengobatan kanker berbasis radiasi dapat dilakukan menggunakan pesawat Linac (Linear Accelerator). Pesawat Linac merupakan alat pemercepat elektron yang dapat menghasilkan berkas untuk terapi kanker. Berkas radiasi yang dihasilkan dari pesawat Linac dapat berupa berkas foton maupun elektron. Berkas foton yang dihasilkan memiliki energi yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk terapi kasus kanker yang mempunyai kedalaman tertentu. Energi berkas foton tersebut dapat digunakan disesuaikan dengan kebutuhan perkasus pasien, karena kepekaan setiap organ tubuh manusia terhadap radiasi berbeda-beda, maka untuk mendapatkan manfaat terapi radiasi dengan maksimal dilakukanlah memprediksikan pemberian energi dosis radiasi untuk semua jaringan homogen secara akurat. Salah satu sifat dari radiasi pengion dapat merusak jaringan, maka ketidakakuratan yang diterima oleh organ tubuh kurang lebih 5% sesuai dengan aturan ICRU (International Commission on Radiation Unit). Karena alasan itulah, kini radioterapi dengan linac sudah menggantikan posisi pesawat cobalt dan cesium dan juga menjadi alternatif penyembuhan tumor/kanker selain dengan operasi ataupun kemoterapi. Akan tetapi, linac yang dioperasikan lebih dari 8 – 10 MV, selain menghasilkan foton energi tinggi, juga dapat menghasilkan radiasi tambahan berupa neutron (Vikovic, 2010).

Neutron dapat dihasilkan melalui reaksi fotonuklir (γ, n) antara foton energi tinggi dengan inti atom bahan bernomor atom (Z) tinggi, seperti bahan target tungsten (W), pada kolimator timah (Pb) dan besi (Fe), serta bagian-bagian lain di dalam kepala linac. Neutron-neutron yang dihasilkan memiliki jangkauan energi yang lebar, tetapi paling banyak adalah neutron cepat dengan puncak energi di sekitar 1 – 2 MeV. Adanya dosis neutron ini dapat meningkatkan dosis radiasi pasien selama proses terapi dan jika mengenai organ tubuh yang sehat akan berpeluang untuk menimbulkan kanker sekunder atau penyakit non-kanker lainnya. Hal ini karena neutron termasuk jenis radiasi pengion, bahkan neutron cepat memiliki nilai faktor bobot radiasi 20 sehingga lebih menyebabkan kerusakan

daripada foton yang hanya memiliki nilai faktor bobot radiasi 1 (Al-Othmany, 2010).

Dalam bidang fisika medis, perhitungan fluks dan dosis dapat dilakukan dengan metode Monte Carlo. Metode tersebut merupakan perhitungan dosis per partikel radiasi yang mengenai suatu material. Metode Monte Carlo merupakan metode yang menggunakan *random sampling* dari distribusi probabilitas yang ingin diketahui untuk menyelesaikan permasalahan yang tidak memungkinkan dapat diselesaikan secara analitik. Probabilitas tersebut berhubungan dengan *crosssection* 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 (Pawiro, Wahoni, & dkk, 2009).

Salah satu pengembangan sistem perhitungan metode Monte Carlo adalah dengan *software* FLUKA (*FLUktuierende KAskade*). FLUKA 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 2018 telah dilakukan studi distribusi fluks neutron yang dihasilkan Linac pada medium air. Penelitian dilakukan untuk menentukan sebaran fluks neutron termal dan tanggapan energi pada jejak. Pengukuran menggunakan phantom berukuran $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$. Penyinaran dilakukan dengan menempatkan phantom di bawah *gantry* Linac dengan jarak SSD 10 cm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin jauh dari sumber semakin berkurang nilai fluks neutron akibat proses tumbukan (Chomsin & Bunawas, 2018).

Pada penelitian ini, dibuat simulasi reaksi fotonuklir dengan phantom air menggunakan metode Monte Carlo dengan *software* FLUKA. Simulasi reaksi fotonuklir untuk menganalisis pengaruh energi elektron terhadap *fluence* neutron menggunakan geometri target, *collimator* berbentuk kerucut dan phantom

berbentuk kubus. Untuk penelitian dibutuhkan beberapa masukan yang meliputi geometri, definisi sumber yang digunakan, banyaknya partikel dan pemilihan kartu *photonuclear*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pokok yang akan diungkap adalah analisis fluks neutron dan pengaruh variasi material collimator terhadap distribusi *fluence* menggunakan *software* FLUKA.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Metode yang digunakan adalah metode Monte Carlo.
- b. *Software* yang digunakan adalah FLUKA.
- c. Pemodelan target, *collimator* dan *phantom* menggunakan *user interface* *Flair*.
- d. Pemodelan *phantom* menggunakan *Rectangular Parallelepiped (RPP)* atau kubus dengan ukuran sisi 15 cm, dengan *collimator* berbentuk kerucut dan target dengan tebal 1 cm.
- e. Jarak *collimator* dengan *phantom* 5 cm.
- f. Sumber radiasi yang menggunakan energi 18 MeV.
- g. Material yang digunakan pada *phantom* adalah air.
- h. Material yang digunakan pada *collimator* menggunakan variasi Timbal (Pb), Tungsten (W) dan Alumunium (Al).
- i. Pengaruh variasi material *collimator* terhadap distribusi *fluence*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menganalisis *fluence* neutron, *fluence* foton, dan *fluence* elektron. Serta mengetahui pengaruh variasi

material *collimator* terhadap distribusi *fluence* menggunakan *software* FLUKA 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.

b. Simulasi

Dalam simulasi ini digunakan *software* FLUKA dengan metode Monte Carlo. Dibuat model *phantom* kubus, dan *collimator* kerucut menggunakan material *Water* pada program *Flair*. Hasil simulasi berupa kurva distribusi *fluence*.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari bab-bab yang memuat beberapa subbab, yaitu:

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan mendeskripsikan penelitian yang dilakukan berupa latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi landasan teori sebagai hasil dari literatur yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini menjelaskan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian serta metode dalam pengambilan data.

BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini akan ditampilkan hasil dari penelitian dan analisis dari data yang diperoleh dari penelitian.

BAB V Penutup

Pada bab ini penulis merangkum hasil yang didapatkan dalam bentuk kesimpulan dan ditambah dengan saran-saran untuk meningkatkan kemanfaatan penelitian ini.

