

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Radioterapi adalah metode pengobatan menggunakan radiasi berenergi tinggi yang berfungsi untuk membunuh sel kanker tanpa merusak jaringan sehat di sekitar kanker dan memperkecil ukuran kanker. Pengobatan radiasi ini diawali oleh penemuan Sinar – X pada tahun 1895 oleh W.C Rontgen serta penemuan sifat radioaktivitas oleh Marie Curie dan Henri Becqueurel. Radiasi pertama kali di laporkan pada tahun 1899 untuk penyembuhan kanker.

Radiasi di bagi menjadi dua berdasarkan posisi dan letak sumber yaitu Brakhiterapi dan Teleterapi. Brakhiterapi adalah radioterapi yang letak sumber radiasinya di dalam tubuh pasien sedangkan Teleterapi adalah radioterapi yang letak sumber radiasinya di luar tubuh pasien. Partikel yang digunakan umumnya foton atau elektron di hasilkan oleh pesawat teleterapi yang biasa di sebut pesawat *Linear Accelerator* (Linac). Pesawat linac merupakan sebuah alat yang menggunakan gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi untuk mempercepat partikel bermuatan. Radiasi elektron dapat digunakan untuk pengobatan kanker yang letaknya dekat dengan permukaan kulit atau dapat diubah menjadi sinar-x untuk mengobati tumor dengan kedalaman tertentu atau foton untuk terapi kanker yang letaknya jauh dengan permukaan kulit. (Khan, 2014).

Radioterapi bergantung pada keakuratan perhitungan dosis yang berhubungan dengan diagnosa, partikel kontaminasi, identifikasi OAR (*organ at risk*), pemilihan teknik radiasi, pengaturan beam, modulasi, efek inhomogenitas dan proses *treatment*, pendefinisian target, dan PTV (*Planning Target Volume*) hal tersebut satu sama lain saling berhubungan. Ketidakpastian nilai *Error* yang di hasilkan dapat mempengaruhi

hasil terapi yang berhubungan dengan dosis yang mengenai jaringan kanker dan efek dari pemberian terapi yang tidak tepat akan mengakibatkan nekrosis dan karsinogenesis adalah salah satu contoh dari dosis radiasi yang diserap oleh jaringan normal, karena sinar gamma yang dihasilkan oleh *head* linac ketika berinteraksi dengan tubuh pasien akan mendepositkan dosis yang tidak dapat diabaikan (yani, 2017) maka menghasilkan neutron maka banyak kasus memberikan resiko munculnya tumor kembali akibat radioterapi dikemudian hari, maka dari itu simulasi penentuan kontaminasi neutron di daerah linac menggunakan simulasi menjadi salah satu alasan peneliti melakukan penelitiannya.

Prinsip Radioterapi yaitu memberikan radiasi semaksimal mungkin pada sel kanker dan seminimal mungkin pada sel sehat. Dalam perkembangannya untuk meminimalkan radiasi yang mengenai sel sehat, telah dikembangkan teknik-teknik radiasi. Beberapa teknik yang saat ini telah digunakan yaitu SSD (*Source Surface Distance*) dan SAD (*Source Axis Distance*).

Foton dan elektron dengan energi diatas 8 MeV dapat menghasilkan kontaminasi neutron (yani, 2017) melalui reaksi *photonuclear* reaksi tersebut terjadi di *head* linac yang terdiri dari komponen target, *flattening filter* (FF), kolimator, dan komponen lainnya.

Dalam radioterapi perhitungan dosis dapat dilakukan dengan metode pengukuran dan perhitungan. Metode perhitungan di bagi dua analitik, dan statististik. Analitik hanya bisa di gunakan untuk perhitungan eksak, memerlukan rumus empirik, kasus sederhana, tidak memerlukan *error* sedangkan Statistik metode perhitungan dengan kasus kompleks, menghasilkan *error*, tidak memerlukan rumus, bilangan random. Monte Carlo termasuk Metode Statistik. Radioterapi selain secara pengukuran langsung, metode Monte Carlo ini memberikan hasil yang akurat dalam perhitungan dosis dengan simulasi dibandingkan metode analitik, tetapi membutuhkan waktu komputasi yang lama.

*Software* yang menggunakan metode Monte Carlo ada beberapa yaitu EGSnrc partikel yang dapat menghitung positron, elektron dan gamma. GEANT dan PENELOPE partikel yang dapat menghitung elektron dan gamma, *software* GEANT dan EGSnrc tersebut berasal dari German. PENELOPE berasal dari Prancis. PHITS berasal dari Japan, MCNP berasal dari Monaco Amerika Serikat partikel yang dapat menghitung elektron, foton, neutron. Maka dari itu penelitian ini menggunakan MCNP (Monte Carlo N Partikel) dan PHITS yang dapat menghitung keluaran neutron.

Sebelumnya telah dilakukan tinjauan terhadap penelitian yang dilakukan. Fotoneutron yang di hasilkan *head* Linac dengan energi diatas 8 MeV menghasilkan kontaminasi neutron. Beberapa penelitian yang terkait yang telah dilakukan seperti, skripsi penentuan fluks dan dosis neutron pada *linear accelerator* 15 MV pada radioterapi paru kanan menggunakan simulasi MCNPX, hasil penelitian tersebut menggunakan sumber neutron dan NPS 1E9 (Zahrotun, 2012), penelitian selanjutnya jurnal Neutron *Contamination of Varian Clinac iX 10 MV photon beam using* tersebut menggunakan energi 10,5 MeV dengan NPS 2E9 di MCNPX (yani & Rasito, 2015), kemudian disertasi kontaminasi elektron dan neutron pada Varian Clinac iX *Photon beam* hasilnya tersebut distribusi spektral, *mean* energi, kontaminasi elektron menggunakan energi 10,3 dan 6,3; untuk neutron di energi 15,3 di EGSnrc dan MCNPX (yani, 2017).

Merujuk dari penelitian sebelumnya menghitung neutron di 100 cm SSD pada Varian Clinac iX berkas foton energi 15 MeV di RS Siloam Jakarta dengan eksperimen (Rasito, 2016). Penelitian ini akan fokus kontaminasi fluks neutron di 100 SSD dan laju dosis pada keluaran *head* Linac Varian Clinac iX 15 MV berkas foton dengan energi 15 MeV dengan simulasi MCNP dan PHITS. dimana untuk memvalidasi hasil simulasi yang dilakukan, maka hasil data penelitian yang di peroleh dibandingkan dengan data hasil pengukuran atau eksperimen.

## 1.2 Tujuan

Berikut adalah tujuan dari penelitian yang akan dilakukan.

1. Mensimulasikan Linac Varian Clinac iX 15 MV berkas foton menggunakan metode MCNP, PHITS dan membandingkan dengan hasil eksperimen
2. Menganalisis distribusi berkas fluks, laju dosis, spektrum kontaminasi neutron di 100 SSD

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana analisis spektrum kontaminasi neutron di 100 cm SSD hasil simulasi PHITS dan MCNP di bandingkan dengan eksperimen
- b. Bagaimana hasil distribusi fluks neutron, berkas laju dosis neutron, spektrum partikel disetiap komponen *Head* Linac Varian Clinax Xi dengan PHITS energi 15 MeV

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang akan dikaji dibatasi pada:

- a. Metode yang digunakan untuk simulasi *head* linac metode Monte Carlo dengan *software* MCNP dan PHITS.
- b. Pesawat linac yang dimodelkan jenis Varian Clinac iX *photon beam* 15 MV dengan energi 15 MeV.
- c. Desain *Head* Linac untuk visualisasi kontaminasi neutron di PHITS dengan menggunakan input geometri dari MCNP.
- d. Perbandingan spektrum neutron di 100 cm SSD hasil simulasi MCNP dan eksperimen
- e. Visualisasi distribusi fluks neutron, laju dosis, eror di *Head* Linac.
- f. NPS yang di gunakan  $1E7, 2E7, 3E7$  untuk MCNPX, dan  $1E8$  untuk PHITS

- g. Perbandingan fluks neutron di setiap komponen hasil simulasi PHITS dan MCNP.

### 1.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan dua metode pengumpulan data yaitu:

- a. Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan studi literatur yang dapat bersumber dari berbagai buku, jurnal dan skripsi untuk mendapat informasi yang terkait dengan penelitian ini dan dijadikan acuan selama penelitian.

- b. Simulasi

Dalam simulasi ini digunakan metode Monte Carlo dengan memanfaatkan *software* MCNP dan PHITS, sedangkan visualisasi kontaminasi dengan *software* PHITS. Dibuat desain *head* linac jenis Varian 15 MV sesuai geometri sebenarnya di MCNP untuk memperoleh hasil yang diinginkan seperti eksperimen yang di gunakan *Head* Linac Varian Clinax iX RS Siloam Jakarta. Sehingga menghasilkan eror, fluks neutron disetiap komponen, dan spektrum neutron di 100 cm SDD yang di bandingkan dengan eksperimen. Selanjutnya data geometri di MCNP diterjemahkan ke PHITS, sehingga menghasilkan visualisasi distribusi fluks neutron, laju dosis, spektrum partikel disetiap komponen *Head* Linac.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pembahasan Pokok dari penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab yang diuraikan secara singkat sebagai berikut:

**BAB I**, sebagai Pendahuluan:

Menguraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

**BAB II**, sebagai Tinjauan Pustaka:

Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka Monte Carlo, Partikel kontaminasi, PHITS dan MCNP dan beberapa teori yang berkaitan

**BAB III**, sebagai Metode Penelitian:

Menjelaskan mengenai proses penelitian meliputi waktu dan tempat dilakukan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta prosedur proses penelitian dalam pengambilan data sehingga diperoleh data penelitian.

**BAB IV**, sebagai Hasil dan Pembahasan:

Pada bab ini akan dibahas tentang hasil serta analisis penelitian yang dibahas dengan acuan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian..

**BAB V**, sebagai Penutup:

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil selama penelitian dari pembahasan di bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Lampiran berisi beberapa data pendukung berupa kode yang digunakan dan hasil grafik.