

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi atau terapi radiasi merupakan suatu tindakan yang dapat digunakan untuk mengobati kanker dengan memanfaatkan radiasi pengion, sinar gamma, sinar-x ataupun elektron berenergi tinggi, dengan tujuan untuk memberikan dosis yang semaksimal mungkin pada jaringan kanker dan dosis yang seminimal mungkin pada jaringan sehat atau normal (Hendrata, 2003). Salah satu alat yang digunakan dalam pengobatan radioterapi ialah pesawat *Linear Accelerator* atau yang biasa disebut dengan Linac. Pesawat Linac berfungsi untuk mempercepat partikel bermuatan seperti elektron, serta mampu menghasilkan berkas sinar-x dengan kualitas tinggi yang digunakan untuk memberikan dosis radiasi terhadap jaringan kanker pada kedalaman yang sangat dalam (Metcalf et al., 2007). Adanya pesawat Linac ini dirasa sangat menguntungkan dan diharapkan dapat menyembuhkan pasien kanker.

Saat ini banyak sekali teknik radioterapi yang telah dikembangkan salah satunya adalah VMAT (*Volumetric Modulated Arc Therapy*) yang pertama kali diperkenalkan oleh Otto pada tahun 2008, dimana teknik ini menggunakan *gantry dynamic*. Pada teknik VMAT seluruh fraksi dosisnya diberikan secara kontinu saat *gantry* berotasi mengelilingi pasien (Otto, 2008). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa VMAT memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan *3D conformal radiotherapy*, *step and shoot IMRT* dan *sliding windows IMRT*. VMAT memiliki keuntungan yaitu distribusi dosis dan homogenitas sebaik IMRT serta waktu terapi dan jumlah MU (*Monitor Unit*) lebih sedikit. Salah satu contohnya yaitu pada kasus *prostat plan*, dimana VMAT mampu mereduksi jumlah *monitor unit* (MU) yang diberikan pada pasien hingga 40% lebih rendah (Yu, 1995). Pada saat *treatment* berlangsung, tiga variabel yang berubah secara

simultan yaitu kecepatan rotasi *gantry*, laju dosis dan *MLC leaf position* (Rana, 2013). *Multileaf Collimator* akan mengatur berkas foton yang keluar dari pesawat linac pada saat *gantry* mulai berotasi sehingga pemberian dosis pada target lebih tepat dan efisien. Dengan adanya pengembangan teknik – teknik dalam pemberian terapi radiasi ini, diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal dalam pengobatan kanker.

Dalam radioterapi, salah satu aspek yang sangat penting ialah keakuratan perhitungan dosis. Perhitungan distribusi dosis dapat diperoleh dengan menggunakan program atau algoritma diantaranya *Analytical Anisotropic Algorithm* (AAA) dan Monte Carlo. AAA pertama kali dikembangkan oleh Drs. Waldemar Ulmer dan Wolfgang Kaisal pada tahun 1995, yaitu merupakan algoritma perhitungan dosis konvolusi dan superposisi yang menggunakan prinsip *multiple source* dengan membagi model sumber menjadi beberapa bagian (Josefsson, 2008). Sedangkan metode Monte Carlo adalah metode yang mampu mensimulasikan efek *transport* elektron pada jaringan inhomogen sehingga perhitungan distribusi dosis dapat dihitung secara akurat. Salah satu *software* yang memanfaatkan sistem perhitungan metode Monte Carlo untuk menangani proses fisis yang terjadi ketika pendistribusian dosis adalah EGSnrc. *Software* EGSnrc memiliki beberapa *user code*, diantaranya BEAMnrc dan DOSXYZnrc. BEAMnrc digunakan untuk simulasi *transport* partikel pada *head linac*, sedangkan DOSXYZnrc digunakan untuk pemodelan *transport* partikel pada *volume elemen* (voxel) yang berada didalam phantom (Kawrakow, 2013).

Penelitian ini difokuskan pada pengobatan kanker dengan teknik radioterapi VMAT menggunakan metode Monte Carlo EGSnrc. Penelitian teknik VMAT menggunakan metode Monte Carlo ini telah banyak dilakukan, diantaranya pada tahun 2014, I Gede Eka Dirgayussa melakukan penelitian menggunakan berkas foton 6 MV varian Clinac iX mengenai pengaruh perubahan posisi *MLC leaf* untuk sebaran dosis pada VMAT sehingga diperoleh informasi mengenai perbedaan distribusi dosis *plan* dan *actual MLC leaf position* (Dirgayussa, 2014). Kemudian penelitian Ridwan Ramdani pada tahun 2015 dengan membandingkan

dua algoritma yaitu Monte Carlo dan AAA sehingga memberikan informasi mengenai distribusi dosis VMAT pada phantom dengan deviasi sebesar 26.15% (Ramdani, 2015). Kedua penelitian tersebut menggunakan informasi *plan* dan *actual MLC leaf position* pada *Dynalog file* yang dibaca menggunakan *software* MATLAB. Kemudian pada tahun 2018, Dian Nuramdiani dengan menggunakan metode baru yaitu informasi *MLC leaf position* diperoleh dari data DICOM yang dibaca menggunakan *software* DICOMan, sehingga hasil dari penelitiannya memberikan informasi mengenai bentuk kurva isodosis pada radioterapi VMAT (Nuramdiani, 2018). Pada penelitian ini tertarik untuk melakukan pembacaan data DICOM dengan menggunakan dua *software* yaitu pertama dibaca menggunakan *software python*, yaitu dengan menggunakan *pycom.py* yang mampu menghasilkan file input secara otomatis untuk BEAMnrc maupun DOSXYZnrc (Zhan, 2012). Kedua, pembacaan data DICOM dilakukan menggunakan *software* DICOMan sehingga diperoleh informasi mengenai *MLC leaf position*.

Penelitian mengenai distribusi dosis pada phantom silinder menggunakan metode Monte Carlo, sebelumnya telah dilakukan oleh Tiana Awalia pada tahun 2017 namun dengan menggunakan teknik IMRT, sehingga diperoleh pengaruh dari perubahan sudut terhadap distribusi dosisnya (Khaerani, 2017). Untuk skripsi ini, penulis tertarik untuk melakukan penelitian pada bentuk *phantom* yang sama yaitu silinder, namun dengan menggunakan teknik VMAT. Phantom silinder yang digunakan terdiri dari dua phantom yaitu phantom *arccheck* dan phantom *python*. Pembacaan data DICOM *rtplan* menggunakan *software python* (PYCOM) dan *software* DICOMan memberikan informasi mengenai ukuran *JAWs*, *MLC leaf position*, *koordinat isocenter*, *gantry rotation* dan *dose fraction*. Simulasi Monte Carlo VMAT pada DOSXYZnrc ini menggunakan ISOURCE 20, dimana *source* tersebut mampu mensimulasikan kecepatan *rotasi gantry*, *dynamic MLC* dan laju dosis secara simultan. Hasil dari penelitian ini akan memberikan informasi mengenai distribusi dosis VMAT pada *phantom arccheck* dan *phantom python* dengan menggunakan *MLC pycom* dan *MLC DICOMan*, sehingga dapat digunakan sebagai data pembanding untuk penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana distribusi dosis VMAT pada phantom *arccheck* dengan MLC *pycom* dan MLC DICOMan menggunakan metode Monte Carlo EGSnrc .
- b. Bagaimana distribusi dosis VMAT pada phantom *python* dengan MLC *pycom* dan MLC DICOMan menggunakan metode Monte Carlo EGSnrc.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah yang dikaji dibatasi pada:

- a. Pemodelan *transport partikel* pada *head linac* menggunakan *user code* BEAMnrc.
- b. Pesawat Linac yang dimodelkan merupakan pesawat jenis Varian Clinac iX dengan energi foton 6 MV.
- c. Pemodelan *transport partikel* untuk distribusi dosis pada *phantom* menggunakan *user code* DOSXYZnrc.
- d. *Phantom* silinder *arccheck* yang digunakan berbahan PMMA dan berdiameter 51.2 cm dengan panjang 27.4 cm dibuat menggunakan CT *create*.
- e. *Phantom* silinder *python* yang digunakan berbahan PMMA dan berdiameter 27.4 cm dengan panjang 51.2 cm dibuat menggunakan *software python 2.7.14*.
- f. Data Dicom *rtplan* yang digunakan untuk *head linac* dan perhitungan distribusi dosis merupakan data AAA yaitu berupa parameter input ukuran JAWs, *MLC leaf position*, *koordinat isocenter*, *gantry rotation* dan *dose fraction*.
- g. Pembacaan data Dicom *rtplan* dilakukan dengan menggunakan *software python (PYCOM)* dan *software DICOMan*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah mempelajari salah satu teknik radioterapi yaitu VMAT serta mengetahui distribusi dosis VMAT pada phantom silinder dengan MLC *pycom* dan MLC Dicoman menggunakan metode Monte Carlo EGSnrc.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini akan memberikan informasi mengenai karakteristik foton beam 6 MV dari pesawat linac Varian Clinac iX yang berada dibawah Jaws serta informasi mengenai distribusi dosis VMAT pada *phantom arccheck* dan *phantom python* dengan MLC *pycom* dan MLC Dicoman menggunakan metode Monte Carlo EGSnrc, sehingga hasil tersebut bisa digunakan sebagai data pembanding untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data yang dilakukan diantaranya:

a. Studi Literatur

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian adalah mengumpulkan informasi berupa teori – teori yang berhubungan dengan penelitian yang diperoleh dari beberapa jurnal, skripsi, tesis dan lainnya yang digunakan sebagai referensi.

b. Simulasi

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi dengan menggunakan metode Monte Carlo dengan memanfaatkan *software* EGSnrc, dimana *desain phantom* silinder yang digunakan dibuat menggunakan *software python 2.7.14* dan *CT create*. Hasil dari simulasi ini berupa kurva distribusi dosis yang kemudian dianalisis.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi kedalam beberapa pokok bahasan, yaitu:

- a. BAB I PENDAHULUAN, bagian ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.
- b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA, bagian ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yaitu Radioterapi, *Linear Accelerator*, interaksi foton dengan materi, *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT), kuantitas berkas foton, distribusi dosis, metode Monte Carlo dalam radioterapi, *transport* foton dalam simulasi Monte Carlo, program EGSnrc, BEAMnrc, DOSXYZnrc dan ISOURCE 19 BEAMnrc dan ISOURCE 20 DOSXYZnrc.
- c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN, bagian ini berisi tahapan-tahapan dalam penelitian diantaranya desain *head linac* pada BEAMnrc, simulasi Monte Carlo VMAT, desain *phantom* pada DOSXYZnrc serta beberapa cara yang dilakukan dalam penelitian.
- d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bagian ini berisi mengenai hasil penelitian yaitu karakteristik dari berkas foton 6 MV di bawah jaws dan distribusi dosis VMAT pada *phantom* silinder.
- e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, bagian ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dikerjakan dan saran bagi penelitian selanjutnya.