

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Radiosurgery* atau *Stereotactic Radiosurgery* (SRS) adalah prosedur terapi radiasi fraksi tunggal untuk mengobati lesi pada otak dengan menggunakan peralatan stereotaktik dan penyinaran radiasi dalam jumlah banyak pada daerah isosentrik target. Teknik ini menggunakan pencitraan secara tiga dimensi untuk mengetahui bentuk dan posisi dari lesi atau target dan memberikan pengobatan yang memfokuskan dosis pada target dan sebisa mungkin menghindari jaringan yang sehat dari sinar radiasi. Memberikan dosis yang tinggi merupakan keunggulan dari SRS, yang secara umum didapatkan dengan cara menentukan ukuran field size yang tepat pada lesi otak, mengoptimalkan sudut penyinaran dari berbagai macam arah dan menggunakan banyak isocentre pada target. Selain itu pemberian dosis radiasi dengan akurasi yang tinggi juga merupakan keunggulan lain dari metode pengobatan SRS. Dalam proses perencanaan pengobatan diperlukan berbagai macam tahapan diantaranya proses pencitraan, penentuan bentuk dan posisi dari target, dan persiapan alat untuk pengobatan. Proses persiapan dan perencanaan pengobatan dibutuhkan ketelitian serta ketepatan yang akurat. Hal ini dikarenakan sifat jaringan otak yang sangat kritis dan sulitnya mendapatkan asuransi jaminan pengobatan yang tepat dan akurat selama proses terapi berlangsung. Inilah yang menjadikan teknik SRS sebagai pengobatan lesi pada otak yang sangat efektif dengan resiko yang sangat kecil, serta menjadikan solusi pengoperasian otak yang tidak mungkin dilakukan oleh sistem pembedahan konvensional karena area lesi otak yang sulit bahkan mustahil untuk dijangkau (Khan & Gibbons, 2003).

Salah satu alat yang digunakan dalam melakukan *Radiosurgery* adalah *Gam-*

*ma Knife*. *Gamma Knife* memberikan radiasi pada lesi target yang berada di otak dengan menembakan sinar gamma isosentris dengan jumlah yang banyak secara bersamaan. *Gamma Knife* menggunakan radiasi sinar gamma dengan sumber yang digunakan adalah Co-60. Titik sumber radiasi yang ada pada *Gamma Knife* ini berjumlah 201 titik sumber radiasi. Radiasi sinar gamma yang keluar dari sumber kemudian dikolimasi membentuk bola dengan jari-jari yang sangat kecil (4, 8, 16, dan 18 mm dalam diameter) dengan membawa radiasi dosis tinggi pada target yang berukuran kecil.

Setiap unit dari *Gamma Knife* disertai komputer berbasis treatment planning system yaitu Leksell *GammaPlan* merupakan alat yang didesain khusus untuk menyimulasikan dan merencanakan dosis yang akan diberikan oleh unit. Semua proses prosedur pengobatan termasuk, pemasangan bingkai stereotaktik pada kepala pasien, perolehan gambar, perencanaan dan pemberian radiasi yang secara khusus dilakukan dalam satu sesi (Best, 2010)

Dalam kalkulasi dosis, terdapat berbagai algoritma yang dapat digunakan untuk menyimulasikan dan merencanakan radioterapi. Model dasar yang berbasis algoritma fisis yang dapat menyederhanakan prosedur dengan menggambarkan transport partikel untuk mempercepat perhitungan. Partikel berinteraksi dengan suatu medium pada satu titik, melepaskan energi, dan kemudian partikel tersebut diserap atau dihamburkan dari interaksi utamanya dengan suatu media. Untuk menyimulasikan hal tersebut, terdapat algoritma berbeda yang telah diaplikasikan ke dalam berbagai treatment planning system secara umum yaitu, *Pencil Beam Convolution* (PBC), *Analytical Anisotropic Algorithm* (AAA) dan *Collapse Cone Convolution* (CCC). Untuk media homogen seperti air, tidak terdapat perbedaan yang mencolok dalam akurasi perhitungan dari algoritma-algoritma ini. Menurut (Lu, 2014), pada ketiga algoritma tersebut terdapat beberapa kekurangan dalam hal perhitungan distribusi dosis pada media heterogen. Dia menyimpulkan bahwa, algoritma Monte Carlo merupakan algoritma yang tepat untuk melakukan treatment planning system dalam berbagai macam metode radioterapi. Algoritma Monte Carlo bukanlah sebuah teknik yang baru tetapi sudah digunakan untuk menjadi tolak ukur pemeriksaan akurasi perhitungan dosis dari berbagai macam algoritma. Monte Carlo dapat menyimulasikan semua kejadian fisis yang sebenarnya ketika partikel dari sinar radiasi terlibat selama proses transportasi berlangsung, maka hasil dari kalkulasi dosis Monte Carlo sangat akurat (Lu, 2014). Oleh karena itu pada penelitian ini, digunakan algoritma Monte Carlo untuk menyimulasikan *Gamma Knife*.

Terdapat beberapa program simulasi berbasis Monte Carlo yang umumnya

digunakan untuk melakukan penelitian radiosurgery khususnya gamma knife di antaranya FLUKA, MCNP, PENELOPE dan EGSnrc. Jika ditinjau dari hasil simulasinya keempat program ini hampir tidak memiliki perbedaan karena algoritma yang dipakai pada keempat program ini berbasis Monte Carlo. Pada penelitian ini, penulis menggunakan EGSnrc, karena EGSnrc telah banyak digunakan dalam penelitian fisika medis khususnya radioterapi dibandingkan yang lainnya.

Merujuk pada penelitian sebelumnya (Al-Dwari *et al.*, 2004), penelitian ini akan mensimulasikan Gamma Knife dengan bentuk dan desain geometri *Gamma Knife* yang sama dengan penelitian sebelumnya dengan housing sumber berbentuk silinder dengan tinggi 20 mm dan lebar 1 mm. Pada penelitian ini parameter yang diubah adalah perubahan ukuran tinggi *housing* sumber yang divariasikan sebanyak 5 perubahan ukuran yaitu, 20 mm, 21 mm, 22 mm, 23 mm dan 24 mm, sehingga yang diharapkan pada penelitian ini adalah mengetahui karakteristik berkas foton dan distribusi dosis pada phantom dari setiap ukuran *housing* sumber yang berbeda.

## 1.2 Tujuan Penelitian

- Berikut adalah tujuan penelitian yang akan dilakukan
  1. Mengetahui pengaruh perubahan ukuran tinggi housing sumber terhadap karakteristik berkas foton.
  2. Mengetahui pengaruh perubahan ukuran tinggi housing sumber terhadap distribusi dosis pada phantom.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diurai, rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah.

1. Bagaimana karakteristik berkas foton yang dipengaruhi oleh perubahan ukuran tinggi housing sumber.
2. Bagaimana distribusi dosis pada phantom yang dipengaruhi oleh perubahan ukuran tinggi housing sumber.

## 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menitikberatkan pada pemodelan geometri Gamma Knife serta untuk mengetahui karakteristik berkas foton dan distribusi dosis pada phantom air akibat perubahan ukuran tinggi housing sumber.

## 1.5 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan tiga metode pengumpulan data yaitu :

1. Simulasi

Setelah simulasi dilakukan, hasil dari simulasi kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh perubahan ukuran tinggi dari housing sumber terhadap karakteristik berkas foton dan distribusi dosis pada phantom.

2. Analisis

Setelah simulasi dilakukan, hasil dari simulasi kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh perubahan ukuran tinggi dari housing sumber terhadap karakteristik berkas foton dan distribusi dosis pada phantom.

## 1.6 Sistematika Penelitian

Pembahasan pokok penelitian ini dibagi sebagai berikut:

BAB 1, Pendahuluan. Menguraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

BAB 2, Tinjauan Pustaka. Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka Monte Carlo EGSnrc dan teori-teori penunjang penelitian.

BAB 3, Metode Penelitian. Menjelaskan mengenai proses penelitian meliputi waktu dan tempat dilakukan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta prosedur dalam pembambilan data sehingga diperoleh data penelitian.

BAB 4, Hasil dan Pembahasan. Pada bab ini akan dibahas tentang hasil penelitian dan analisis yang dibahas dengan acuan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian.

BAB 5, Penutup. Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh selama penelitian dari pembahasan di bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.