

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Noncommunicable disease (NCDs) atau penyakit tidak menular merupakan penyebab kematian terbesar di seluruh dunia. Salah satu NCDs adalah kanker, yang menempati peringkat utama sebagai penyebab kematian (World Health Organization, 2018). Kanker adalah penyakit yang terjadi akibat pertumbuhan sel secara abnormal dan tidak terkendali. Sel-sel yang tumbuh secara tidak terkendali dapat membentuk benjolan yang disebut tumor atau bergerak dalam pembuluh darah (leukimia) atau di kelenjar getah bening (limfoma) (Mariah-Singh & Raymakers, 2012). Menurut *The International Agency for Research on Cancer* (IARC) berdasarkan data dari GLOBOCAN (IARC Global Cancer Observatory) penyakit kanker di dunia telah meningkat menjadi 18,1 juta kasus dan 9,6 juta kematian pada tahun 2018. Di seluruh dunia, jumlah total penderita kanker yang masih hidup diperkirakan diperkirakan mencapai 43,8 juta jiwa (IARC-WHO, 2018). Pada tahun 2013 penyakit kanker di Indonesia menyerang penduduk semua umur sebanyak 347.792 orang (Kemenkes, 2016).

Di dunia, kanker paru-paru dan payudara merupakan jenis utama dengan jumlah kasus 2,1 juta terdiagnosis pada tahun 2018. Jumlah ini merupakan 11,6% dari total kejadian kanker dunia (IARC-WHO, 2018). Kanker payudara adalah penyakit kanker dengan peringkat tertinggi di Indonesia pada tahun 2018 yaitu sebanyak 58.256 kasus baru, dengan persentase 16,7% dari seluruh jumlah kejadian sebesar 348.809. Jumlah populasi yang telah terdiagnosis kanker payudara sebesar 42,1% dan jumlah kematian 17% (Bray, Ferlay, & Soerjomataram, 2018). Kanker payudara adalah kanker ganas yang tumbuh pada sel-sel payudara secara abnormal lalu berkembang secara tidak terkendali sehingga dapat menyebar ke organ di sekitar

payudara dan bagian tubuh yang lainnya (Kemenkes, 2017). Menurut *National Breast Cancer Foundation*, kanker payudara dimulai dalam sel-sel lobulus, yang merupakan kelenjar penghasil susu atau dapat juga dimulai dari saluran yang mengalirkan susu dari lobulus ke puting. Selain ini kanker payudara juga dapat dimulai di jaringan stroma yang meliputi lemak dan jaringan ikat fibrosa payudara. Perkembangan abnormal payudara hingga menjadi sel kanker dibagi menjadi tiga tahap yaitu normal, tumor dan kanker.

Saat ini ada tiga cara pengobatan yang sering dilakukan pada pasien kanker payudara yaitu: pembedahan, radioterapi dan kemoterapi (Kemenkes, 2015). Adapun pembedahan dapat berupa tindakan konservasi (operasi pengambilan sel kanker pada payudara) ataupun mastektomi (pengangkatan seluruh payudara). Seluruh pengobatan kanker payudara yang berkembang saat ini masih menimbulkan efek samping. Sebagai contoh terapi konservatif memiliki potensi kekambuhan setelah menjalani operasi. Dari 880 perempuan yang didiagnosis dan sudah menjalankan operasi pengangkatan sejak Januari 2000 hingga Desember 2010, tercatat bahwa 60 persen di antaranya mengalami kekambuhan (Tovar, Zandonade, Helena, & Amorim, 2014). Radioterapi konvensional dengan menggunakan berkas sinar-X dan sinar gamma selain membunuh sel kanker juga merusak sel-sel sehat pada jaringan normal. Metode *Boron Neutron Capture Therapy* (BNCT) adalah teknik radioterapi terbaru yang mulai banyak dikembangkan dengan kemampuan efektivitas yang tinggi (Faia et al., 2012). Terapi ini menggunakan ^{10}B yang dimasukkan ke dalam sel kanker dengan menginjeksikan senyawa pembawa boron (*boron carrier pharmaceutical*) ke dalam tubuh penderita. Berkas neutron yang diarahkan pada jaringan kanker diharapkan akan bereaksi dengan boron sehingga menghasilkan partikel partikel dengan daya rusak tinggi dan jarak jangkauan yang sangat pendek sehingga tetap berada di dalam sel kanker dan tidak merusak sel di dekatnya. Pengobatan dengan teknik BNCT akan secara selektif membunuh sel kanker tanpa merusak sel normal (Faia et al., 2012). Metode BNCT dapat dikatakan sebagai terapi dengan efek samping minimal. Dari sejumlah penelitian telah diketahui bahwa pengobatan tumor yang

resisten terhadap radiasi memerlukan persiapan kemampuan untuk mengakumulasi dosis radiasi pada target dengan gradient yang lebih tinggi pada tumor daripada pada jaringan sehat serta alternatif penggunaan unsur yang memiliki penampang lintang tangkapan neutron lebih tinggi daripada ^{10}B (Kulabdullaev, Abdullaeva, Kim, Rakhmonov, & Kurmantaev, 2016).

Dari hasil penelitian lebih lanjut telah ditemukan zat non radioaktif yang memiliki penampang lintang reaksi terhadap neutron lebih tinggi dari ^{10}B yaitu ^{157}Gd pada energy termal yang kemudian dikembangkan menjadi teknik *Gadolinium Neutron Capture Therapy* (GdNCT). Dalam pengobatan kanker dengan teknik ini senyawa pembawa ^{157}Gd disuntikkan ke penderita kanker yang kemudian diikuti dengan penyinaran berkas neutron termal dan epitermal. Isotop ^{157}Gd yang memiliki penampang lintang reaksi tinggi untuk neutron termal akan mengurangi iradiasi kepada jaringan sehat (Shih & Brugger, 1992).

Penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik sebaran dosis yang diserap kanker payudara, dengan cara memvariasikan dosis pada sel kanker untuk pengobatan secara optimal tanpa merusak sel sehat.

Particle and heavy ion transport code system (PHITS) adalah salah satu program komputer berbasis Monte Carlo yang dikembangkan oleh *Japan Atomic Energy Agency* (JAEA) yang memiliki kemampuan untuk mensimulasikan partikel dengan beragam material dan rentang energi yang luas (Niita, Sato, Iwase, Nose, & Nakashima, 2006). PHITS menghasilkan EPS (*Enhanced Post Script*) file yang dapat ditampilkan pada monitor sebagai grafik oleh software ANGEL yang sudah termasuk di dalam PHITS. Software ini adalah yang terbaik untuk perhitungan 3D sehingga hasilnya akan tergambar dengan baik. Pada penelitian ini PHITS digunakan untuk mensimulasikan laju dosis penyinaran kanker yang optimal tanpa harus merusak jaringan yang lain. Salah satu contoh penggunaan dan penerapan PHITS adalah untuk mengetahui dosis serap jaringan akibat dari gadolinium yang ditembak berkas neutron.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi ^{157}Gd terhadap laju dosis untuk pengobatan kanker payudara.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi ^{157}Gd terhadap lamanya waktu iradiasi untuk pengobatan kanker payudara.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi ^{157}Gd terhadap laju dosis untuk pengobatan kanker payudara.
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ^{157}Gd terhadap lamanya waktu iradiasi untuk pengobatan kanker payudara.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah yang dikaji dibatasi pada:

1. Pemodelan geometri payudara menggunakan *software* PHITS.
2. Berkas neutron yang digunakan dalam simulasi adalah neutron termal dan epitermal.
3. Ukuran kanker diasumsikan memiliki jari-jari sebesar 2,5 cm.
4. Letak kanker di bagian lobulus.

1.5 Metode Pengumpulan Data

1.5.1 Studi Literatur

Studi literatur telah dilakukan melalui metode pengumpulan data penunjang di awal penelitian berupa materi-materi yang berhubungan dengan judul penelitian ini dan berasal dari beberapa jurnal, skripsi, buku, paper dan bimbingan dari dosen Pembimbing untuk digunakan sebagai referensi.

1.5.2 Simulasi

Pemodelan dan perhitungan dengan metode numerik menggunakan software PHITS sehingga dapat dihasilkan data yang mendekati data aslinya.

1.5.3 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari hasil penelitian ini terdiri atas beberapa bab, pada setiap bab diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan mendeskripsikan mengenai latar belakang penelitian, analisis dosis jaringan pada pengobatan kanker dengan teknik GdNCT, rumusan masalah, tujuan, metode pengumpulan dan sistematika penulisan..

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisikan teori-teori dan hasil penelitian terdahulu yang mendasari teknik *Gadolinium Neutron Capture Therapy* (GdNCT) untuk penyembuhan kanker payudara dengan menggunakan *software* PHITS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian berisi tentang proses penelitian secara lengkap mulai dari waktu dan tempat, diagram alir penelitian, peralatan yang digunakan, pengambilan data, dan pengolahan data.

BAB IV PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan berisi tentang laporan hasil penelitian pemodelan simulasi dengan *software* PHITS yaitu laju dosis serap dan waktu iradiasi pada penyembuhan kanker payudara dengan teknik GdNCT.

BAB V PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan selanjutnya.