BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan metode pengobatan penyakit-penyakit keganasan dengan menggunakan radiasi pengion (Susworo, 2007). Proses ionisasi sebagai hasil interaksi radiasi pengion dengan sel kanker akan membuat rantai DNA kanker tersebut putus sehingga mematikan jaringan tersebut (Williams dan Thwaites, 1993). Oleh karena itu, diusahakan agar dosis radiasi yang diberikan pada sel kanker harus terdistribusi secara merata dan sebisa mungkin meminimalisir dosis radiasi yang jatuh di luar lapangan penyinaran. Rentang energi elektron untuk keperluan radioterapi adalah (6-29) MeV (Khan, 2005). Keluaran berkas elektron dengan energi tinggi dapat digunakan untuk terapi kanker yang dekat pada permukaan atau ditembakkan ke sebuah target untuk menghasilkan sinar-X energi tinggi yang dapat digunakan untuk terapi kanker pada kedalaman tertentu (Darmawati dan Suharni, 2012).

Linear Accelerator (LINAC) adalah salah satu contoh pesawat teleterapi yang dirancang untuk mempercepat pergerakan elektron secara linier sehingga dapat menghasilkan berkas foton dan elektron (Khan, 2005). Berkas foton biasanya terdiri dari variasi energi 6 MV dan 10 MV, sedangkan berkas elektron biasanya terdiri dari variasi energi (4, 6, 9, 12, 15 dan 18) MeV. Berkas foton biasanya digunakan untuk menyinari kanker yang berada di dalam jaringan tubuh misalnya kanker payudara, kanker servix dan kanker nasofaring, sedangkan berkas elektron biasanya digunakan untuk menyinari kasus kanker kulit (Pratiwi, 2010).

Pengukuran dosis pada radioterapi harus dilakukan dengan tepat dan sesuai standar. Perhitungan dosis juga harus mengikuti protokol *Technical Report Series* (TRS) 398 yang dikeluarkan oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) pada akhir tahun 2000. TRS 398 adalah suatu kode praktis Internasional untuk dosimetri berdasarkan standar dosis serap air yang dijadikan sebagai pedoman dalam penentuan dosis serap berkas radiasi pesawat terapi eksternal. TRS 398 merekomendasikan penggunaan detektor *ionisasi chamber plane parallel* untuk elektron dan detektor *ionisasi chamber farmer* untuk foton energi tinggi dengan pengukuran berkas radiasi dikalibrasi langsung di dalam air atau fantom air. Fantom merupakan suatu bentuk permodelan dari objek manusia yang digunakan dalam bidang radiologi baik radiodiagnostik maupun radioterapi untuk evaluasi kualitas gambar radiograf secara realistis.

Berdasarkan TRS 398, fantom air yang digunakan harus 5 cm lebih panjang pada setiap sisinya daripada lapangan yang digunakan dan sekurang-kurangnya 5 g/cm^2 melebihi kedalaman pengukuran maksimum dengan ukuran luas lapangan penyinaran radiasi pada permukaan fantom (10 x 10) cm, dan jarak sumber radiasi ke permukaan fantom 100 cm. IAEA merekomendasikan agar dosis yang diberikan dalam terapi pasien memiliki ketidakakuratan yang dapat ditoleransi pada jangkauan ± 5 %, bahkan keluaran radiasinya bisa sampai ± 3 %. Jika keluaran radiasi yang diperoleh > 3 %, maka akan memberikan dampak negatif pada pasien.

Paningaran dkk. (2015) telah melakukan penelitian tentang analisis keluaran berkas radiasi LINAC, yaitu berkas sinar-X. Analisis dilakukan dengan energi 6 dan

10 MV, ukuran lapangan penyinaran (10 x 10) cm, kedalaman referensi (z_{ref}) 10 cm, dan SSD 100 cm. Analisis ini digunakan untuk mengetahui kondisi pesawat LINAC selama digunakan dengan mengacu pada nilai 1 cGy sama dengan 1 *Monitor Unit* (MU) yang diperoleh dari analisis *tissue phantom ratio*, *ionisasi chamber*, suhu, tekanan, kelembaban, efek polaritas dan rekombinasi ion. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada berkas radiasi sinar-X 6 MV dosis yang diperoleh yakni 0,99 cGy/MU dan untuk berkas radiasi sinar-X 10 MV dosis yang diperoleh yakni 1,02 cGy/MU, dengan deviasi pengukuran 1 % dan 2 % dimana nilai ini masih dalam rentang toleransi pengukuran yaitu < 3 %.

Rahayu dkk. (2015) juga telah melakukan penelitian tentang analisis keluaran berkas radiasi LINAC, yaitu berkas elektron. Analisis dilakukan dengan variasi energi 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV dan 15 MeV menggunakan protokol *Technical Report Series* (TRS) 398 IAEA. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dosis radiasi *output* elektron pesawat LINAC untuk energi 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV dan 15 MeV dengan menggunakan *water phantom*, kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan standar pada protokol TRS 398 IAEA. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa pada kedalaman maksimum berkas elektron 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV dan 15 MeV pada luas lapangan (10 x 10) cm mengalami penyimpangan yang bervariasi namun masih sesuai dengan batas toleransi yang ditetapkan yaitu ± 3 %.

Penelitian tentang analisis keluaran berkas radiasi (berkas foton dan elektron) pesawat terapi LINAC perlu dilakukan di Instalasi Radioterapi RS Universitas Andalas, Padang. Pesawat terapi LINAC RS Universitas Andalas diproduksi pada

tahun 2017 dan belum pernah beroperasi dalam pengobatan pasien, namun pesawat terapi LINAC RS ini sudah dikalibrasi. Sebelum LINAC di RS beroperasi, maka perlu dilakukan analisis keluaran berkas radiasi terlebih dahulu agar dosis radiasi yang diterima pasien sesuai dengan yang dibutuhkan dan sesuai dengan asas proteksi radiasi. Penelitian ini sama dengan Paningaran dkk. (2015), yaitu menggunakan variasi energi foton sebesar 6 MV dan 10 MV. Akan tetapi, berbeda dengan penelitian Rahayu dkk. (2015). Penelitian ini menggunakan variasi energi elektron sebesar (4, 6, 9, 12, 15 dan 18) MeV. Perbedaan variasi energi foton dan elektron bergantung pada tipe pesawat terapi LINAC yang digunakan. Setiap penggunaan energi foton dan elektron pada pesawat terapi LINAC untuk pengobatan pasien ditentukan oleh posisi kedalaman kanker, jenis kanker dan luas lapangan kanker.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian adalah menganalisis keluaran berkas radiasi foton dan elektron pada pesawat terapi LINAC berdasarkan standar *Technical Report Series* (TRS) 398 IAEA di Instalasi Radioterapi Universitas Andalas Padang.

Manfaat penelitian adalah untuk mengetahui keluaran berkas radiasi (berkas foton dan elektron) yang keluar dari pesawat terapi LINAC sesuai standar pada protokol TRS 398 IAEA, sehingga berkas foton dan elektron yang keluar dari pesawat terapi LINAC sesuai dengan yang diperlukan pasien dan sesuai asas proteksi radiasi (justifikasi, optimasi dan limitasi) .

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian dibatasi pada variasi energi 6 MV dan 10 MV untuk berkas foton dan (4, 6, 9, 12, 15 dan 18) MeV untuk berkas elektron. Pengukuran keluaran berkas radiasi (berkas foton dan elektron) ini dilakukan pada fantom air dengan luas lapangan penyinaran (10 x 10) cm dan *Source to Surface Distance* (SSD) 100 cm. Kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan standar pada protokol TRS 398 IAEA.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA