

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiasi sinar-X telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk bidang kesehatan. Dalam bidang kesehatan radiasi sinar-X dimanfaatkan untuk terapi (radioterapi) dan untuk diagnostik (radiodiagnostik). Radioterapi adalah pengobatan tumor atau kanker yang memanfaatkan zat radioaktif dan atau pembangkit radiasi pengion. Radiasi pengion menghasilkan partikel bermuatan listrik sehingga dapat mengionisasi jaringan atau materi yang dilalui dan menyimpan energi kedalam sel-sel jaringan tersebut. Pembangkit radiasi pengion merupakan sumber radiasi berupa pesawat sinar-X dan pemercepat berkas radiasi yang memancarkan gelombang elektromagnetik (BAPETEN, 2013). Radiodiagnostik merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk membantu dokter dalam mengetahui kondisi bagian dalam tubuh pasien dan untuk menentukan penyebab penyakit yang diderita pasien.

Pemanfaatan radiasi sinar-X dalam bidang kesehatan selain memiliki dampak positif tetapi juga memiliki dampak negatif. Dampak negatif yang akan muncul adalah kecelakaan radiasi. Kecelakaan radiasi adalah kejadian yang tidak sengaja termasuk kesalahan dalam pengoperasian radiasi, kegagalan alat atau kecelakaan kecil yang dampaknya tidak dapat diabaikan dari segi proteksi dan keselamatan radiasi. Salah satu contoh kecelakaan radiasi adalah kecelakaan radiasi, ketidaktepatan dosis radiasi yang diterima pasien. Dosis radiasi adalah energi yang diberikan oleh radiasi dari suatu materi yang memiliki massa pada volume tertentu. Dosis yang berlebih akan mengakibatkan sel-sel sehat rusak sedangkan dosis yang kurang tidak akan membunuh sel kanker bahkan dapat menyebabkan kanker sekunder (Wurdiyanto dkk, 2004).

Dosis yang berlebihan akan menimbulkan efek stokastik dan efek deterministik. Efek stokastik muncul tanpa dipengaruhi ambang batas dosis radiasi dan tidak dapat diprediksi. Contoh dari efek stokastik adalah kanker dan kelaianan *down syndrome*. Efek deterministik muncul dipengaruhi oleh ambang batas dosis radiasi dan umumnya tidak fatal. Contoh dari efek deterministik adalah katarak, kemandulan kematian janin, dan kesakitan radiasi (mual, muntah, diare) (Syaifudin, 2016). Berdasarkan efek yang ditimbulkan dari paparan dosis radiasi maka dosis yang diterima pasien harus akurat dan presisi. Penggunaan pesawat pembangkit radiasi pengion perlu memenuhi prinsip proteksi. Prinsip proteksi yang dikenal dengan prinsip *As Low As Reasonable Achievement* (ALARA). Dasar prinsip ALARA bagi radioterapi yaitu merusak sel kanker dengan mempertahankan sel sehat sebanyak mungkin sedangkan dasar prinsip ALARA bagi radiodiagnostik adalah mendapatkan citra sebaik mungkin dengan dosis sekecil mungkin (Setyawan dkk, 2014).

Dalam rangka melakukan pemenuhan kesesuaian terhadap persyaratan standar, perlu dilakukan uji kesesuaian terhadap pesawat sinar-X yang digunakan untuk paparan medik. Hal ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif pasal 35-40. Pelayanan radiologi diagnostik perlu memperhatikan 2 (dua) hal yaitu dalam pemanfaat pesawat sinar-X untuk pemeriksaan diagnostik harus menghasilkan citra atau gambaran yang memenuhi kriteria dan menghasilkan dosis radiasi minimal ke pasien ketika paparan. Program jaminan mutu perlu dilakukan, baik secara klinis maupun fisika. Monitoring kinerja dari pesawat sinar-X bertujuan menjamin bahwa pesawat sinar-X berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan yaitu menghasilkan gambaran atau citra dengan kualitas tinggi secara konsisten dengan dosis radiasi minimum ke pasien. Uji kesesuaian ini terbagi menjadi dua, yaitu uji kesesuaian yang dilakukan secara berkala dan uji kesesuaian wajib. Uji kesesuaian wajib dilakukan oleh Petugas Uji yang ditunjuk

langsung oleh BAPETEN sedangkan untuk uji kesesuaian berkala dilakukan oleh pihak Rumah Sakit. Uji kesesuaian yang dilakukan secara berkala bertujuan untuk kontrol kualitas (*Quality Control*, QC).

Uji kesesuaian berkala terhadap pesawat sinar-X memiliki berbagai parameter uji, salah satunya adalah uji kolimator. Uji kolimator mencakup uji iluminasi, uji kesesuaian berkas sinar-X dengan luas lapangan kolimasi dan uji ketegaklurusan berkas radiasi. Uji iluminasi bertujuan untuk uji tingkat pencahayaan pada berkas cahaya kolimator. Uji kesesuaian berkas sinar-X dengan luas lapangan kolimasi bertujuan untuk mendapat nilai selisih luas lapangan kolimasi dengan luas berkas sinar-X. Uji ketegaklurusan berkas sinar-X bertujuan untuk mengevaluasi ketepatan berkas sinar-X terhadap pusat berkas cahaya kolimator (BAPETEN, 2018). Uji kesesuaian berkas sinar-X dengan luas lapangan kolimasi ini perlu alat bantu yaitu *Collimator test tool*, digunakan untuk membantu mempermudah dalam perhitungan dan analisa penyimpangan berkas sinar-X.

Permasalahan yang biasa ditemui dalam uji kolimator adalah ketidaktepatan dalam pembacaan selisih luas lapangan kolimasi dengan luas lapangan berkas sinar-X. Kesalahan ini terjadi dalam membedakan daerah umbra dan penumbra pada gambar atau citra film yang dihasilkan. Jika terjadi kesalahan dalam pembacaan maka hasil yang diperoleh tidak akurat, hal ini berdampak buruk pada pasien. Jika lapangan berkas radiasi lebih luas dari lapangan berkas cahaya lampu kolimator akan mengakibatkan organ tubuh yang tidak perlu mendapat radiasi menjadi terkena radiasi ketika paparan berlangsung. Penyimpangan pada uji ketegaklurusan berkas sinar-X berpengaruh pada sudut penyinaran. Secara teori sudut penyimpangan maksimal yang direkomendasikan oleh Perka BAPETEN No. 3 Tahun 2013 adalah $\leq 3^\circ$.

Uji kesesuaian pesawat sinar-X harus memenuhi nilai standar batas toleransi untuk dianggap layak beroperasi sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan IAEA dalam *Safety Reports Series* (SRS) No. 39 Tahun 2006 tentang

Penerapan Standar Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X untuk Radiologi Radiodiagnostik dan Intervensional. Beberapa parameter operasional dari pesawat sinar-X harus terindikasi dengan akurat dan jelas (IAEA, 2006). Berdasarkan parameter operasional kondisi pesawat sinar-X terbagi menjadi 3 (tiga) yaitu andal, andal dalam perbaikan, dan tidak andal. Pesawat sinar-X dengan kondisi andal dalam perbaikan perlu dilakukan perbaikan dalam waktu paling lama 3 bulan sejak tanggal uji dikeluarkan (BAPETEN, 2018).

Pesawat sinar-X merupakan salah satu alat medis yang sering digunakan untuk mendiagnosa penyakit pasien. Pesawat sinar-X yang sering digunakan perlu dilakukan uji secara wajib dan uji secara berkala. Salah satu parameter dalam uji kesesuaian secara berkala adalah uji kolimator. Uji kolimator dilakukan dengan menggunakan alat *Collimator Test Tool* dan *Beam Alignment Test Tool*. Namun, sebagian rumah sakit tidak memiliki *Collimator Test Tool* dan *Beam Alignment Test Tool* sehingga uji kolimator tidak dapat dilakukan secara berkala. Pembelian *Beam Alignment Test Tool* memerlukan biaya yang tidak sedikit, menjadikan dasar dalam penelitian ini. Penelitian ini membuat *Collimator Test Tool* dan *Beam Alignment Test Tool* tiruan dari bahan akrilik. Hasil dari pengukuran uji kolimator menggunakan *Collimator Test Tool* dan *Beam Alignment Test Tool* tiruan akan dibandingkan dengan *Beam Alignment Test Tool* merk *Gammex 162A* milik RSUD. Moewardi Surakarta.

1.2 Batasan Masalah

1. Pesawat Sinar-X Simulator milik RSUD Dr. Moewardi
2. *Gammex 162A Beam Alignment Test Tool* milik RSUD Dr. Moewardi.
3. *Gammex 161B Collimator Alignment* milik RSUD Dr. Moewardi.
4. *Beam Alignment Test Tool* dan *Collimator Test Tool* tiruan.

1.3 Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat *prototype Beam Alignment Test Tool* dan *Collimator Test Tool*?
2. Bagaimana hasil uji *Collimator Test Tool* dan *Beam Alignment Test Tool* tiruan terhadap uji akurasi berkas cahaya dengan berkas sinar-X dan uji ketegaklurusan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X?
3. Bagaimana perbandingan akurasi hasil pengukuran antara *Beam Alignment Test Tool* tiruan dengan *Gammex 162A Beam Alignment Test Tool*?

1.4 Tujuan

1. Membuat *prototype phantom Beam Alignment Test Tool* dan *Collimator Test Tool*
2. Menguji *Collimator Test Tool* dan *Beam Alignment Test Tool* tiruan terhadap uji akurasi berkas cahaya dengan berkas sinar-X dan uji ketegaklurusan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X.
3. Membandingkan akurasi hasil pengukuran antara *Beam Alignment Test Tool* tiruan dengan *Gammex 162A Beam Alignment Test Tool*.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu menjadi alternatif untuk uji kesesuaian pesawat sinar-X terutama pada uji kolimator di instalasi radiologi rumah sakit. Uji kolimator ditunjukkan untuk menjamin bahwa kolimator pada pesawat sinar-X yang digunakan berada pada keadaan andal. Tujuannya dosis yang diterima pasien ketika paparan diharapkan dapat optimal sesuai dengan standar.