

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan radiasi dalam bidang kesehatan semakin berkembang dengan terciptanya berbagai alat kesehatan yang menunjang pelayanan kesehatan sendiri. Dalam penggunaan radiasi, harus memperhatikan keamanan dan keselamatan radiasi sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah (PP) RI no 33 tahun 2007 tentang keselamatan sumber radiasi pengion dan keamanan sumber radioaktif. Keselamatan radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk melindungi pekerja, anggota masyarakat dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi (PP RI, 2007). Sehingga dalam penggunaan radiasi juga harus memperhatikan proteksi dan monitoring area kerja radiasi.

Dalam menunjang keselamatan penggunaan radiasi, alat kesehatan yang digunakan tentunya harus terjamin dalam segi keberfungsian, ketepatan, dan keakurasiannya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) No 54 tahun 2015 tentang pengujian dan kalibrasi alat kesehatan, bahwa untuk menjamin tersediaan alat kesehatan sesuai standar pelayanan, persyaratan mutu, keamanan, manfaat, keselamatan, dan laik pakai, perlu dilakukan pengujian atau kalibrasi. Tindakan kalibrasi dilakukan agar suatu alat kesehatan dapat memberikan hasil pengukuran yang sesuai dan akurat. Dalam pemakaian fasilitas iradiasi seperti iradiator harus dipastikan memberikan keluaran radiasi yang terbaik, yaitu sebaran

dosis yang dikeluarkan harus dipastikan homogen. Sehingga dosis yang dikeluarkan dalam proses kalibrasi dapat menghasilkan pengukuran yang optimal.

Mengingat pentingnya kalibrasi pada alat kesehatan, maka berbagai layanan kesehatan baik rumah sakit maupun puskesmas harus mengkalibrasi alat kesehatannya secara berkala paling sedikit 1 kali dalam 1 tahun. Hal ini berdasarkan isi pasal 8 ayat 1 PERMENKES No 54 tahun 2015. Saat ini di Indonesia, lembaga yang memiliki otoritas untuk melakukan kalibrasi tersedia 4 Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan, 2 Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan, 4 Unit Pengamanan Fasilitas Kesehatan, serta 43 Institusi penguji kalibrasi swasta (Ombudsman Brief,

2018). Juga dijelaskan secara terperinci pada BAB III PERMENKES No 54 tahun 2015 tentang Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan dan Institusi Pengujian Fasilitas Kesehatan. Dengan tersedianya pelayanan kesehatan dan balai pengujian kalibrasi yang tidak seimbang sehingga menyebabkan regulasi atau standarisasi di bidang fasilitas kesehatan masih kurang optimal dan juga terdapat kemungkinan timbul dampak pelayanan pengujian kalibrasi yang kurang baik.

Perlengkapan Alat Ukur Radiasi (AUR) menjadi salah satu penunjang persyaratan proteksi radiasi serta monitoring. Menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (PERKA BAPETEN) Nomor 1 tahun 2006, Alat Ukur Radiasi (AUR) adalah alat yang menunjukkan nilai paparan, laju paparan, aktivitas, laju cacah, dosis atau laju dosis dan medan radiasi. Selain itu, dijelaskan dalam Pasal 18 PERKA BAPETEN No 6 tahun 2020 tentang persyaratan proteksi radiasi harus memenuhi tiga syarat yaitu justifikasi, limitasi dosis, dan optimisasi pekerja radiasi. Dengan AUR yang dapat menunjang dalam persyaratan limitasi dosis, dapat membantu untuk memonitoring dosis yang diterima sehingga tidak melebihi aturan Nilai Batas Dosis (NBD) yang ditetapkan.

Menurut PERMENKES No 1 tahun 2006 dijelaskan bahwa untuk menunjang kualitas kalibrasi maka harus melakukan standarisasi radionuklida. Standarisasi radionuklida adalah tindakan menentukan aktivitas radionuklida dengan menggunakan AUR standar. Uji homogenitas sumber radiasi merupakan tindakan yang termasuk standarisasi radionuklida. Uji homogenitas pada sumber radiasi yaitu menunjukkan daerah sebaran dosis yang dipancarkan.

Dalam proses kalibrasi, kondisi lingkungan penyinaran kalibrasi harus dalam kondisi yang sesuai standar. Kalibrasi pada Alat Ukur Radiasi (AUR) akan menghasilkan faktor kalibrasi yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan tingkat akurasi hasil pengukuran AUR. Untuk meningkatkan kualitas kalibrasi tentunya dari segala aspek yang berperan dalam proses kalibrasi harus dipastikan optimal. Selain memastikan keluaran radiasi yang digunakan homogen, juga terdapat peran fantom yang mewakili tubuh manusia dalam proses kalibrasi.

Fantom adalah sebuah alternatif pengganti tubuh manusia, yang dibuat dengan komposisi dan densitas yang sama dengan tubuh manusia. Fantom

digunakan sebagai latar untuk peletakan objek alat ukur. Sehingga fantom harus bisa memberikan respon hamburan balik radiasi yang sama dengan respon tubuh manusia.

Menurut *International Organization for Standarization* (ISO), dalam ISO 4037-3:2019 fantom yang direkomendasikan untuk proses kalibrasi adalah pelat polimetil metakrilat (PMMA) dengan luas penampang pelat harus sekurang-kurangnya 30 cm x 30 cm. Rekomendasi dari ICRU-47 juga dengan ukuran 30 cm x 30cm x 15cm yang sama dalam bentuk *slab phantom*. Sehingga untuk fantom yang digunakan dalam proses kalibrasi harus ukuran standar dan terstandarisasi.

Banyak penelitian yang menggunakan cairan atau bahan material lainnya untuk membuat fantom dalam penggunaan kalibrasi maupun radioterapi. Dimana fantom replika ini dibuat untuk alternatif fantom standar berbahan PMMA yang mungkin tergolong mahal serta regulasi yang cukup kompleks, sehingga dengan inovasi dari bahan yang lumrah di pasaran bisa diciptakan fantom dengan densitas yang sama dengan tubuh manusia dan memenuhi standar yang ada. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Yemby Huamani T., et al, di *universidad nacional de san agustín de arequipa, Peru* tahun 2019, dalam penelitiannya membuat fantom yang merepresentasikan 10 jaringan tubuh manusia dengan cairan penyusunnya adalah *phenolic microspheres*, resin A, hardener B, untuk jaringan tulang ditambah dengan *bull bone powder* dan CaCo₃. Dari ke-10 jaringan tersebut dibuat dengan bahan yang sama namun komposisi berbeda, dan menghasilkan jaringan yang mirip dengan jaringan ICRU (Huamani et al, 2019).

Pada penelitian ini membuat fantom replika dengan material yang sama dengan penelitian sebelumnya. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan resin dan *hardener*, dikarenakan *phenolic microspheres* tidak familiar di Indonesia. Juga fantom yang dibuat hanya merepresentasikan jaringan lunak tubuh manusia, dengan alasan sebagian besar komposisi tubuh manusia terdapat jaringan lunak. Jaringan lunak merupakan jaringan yang menghubungkan struktur dan organ tubuh manusia. Jaringan yang dimaksud diantaranya otot, lemak, saraf, pembuluh darah, tendon, dan lapisan pada tulang sendi.

Untuk menunjang segi kualitas dan keakuratan kalibrasi di Lab Kalibrasi Alat Ukur Radiasi (KAUR) Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Surabaya, maka penelitian yang dilakukan adalah Uji homogenitas Cs-137 dengan melihat pola sebaran radiasinya menggunakan *Dosimeter Personal Electronic* (DPE) *Polimaster* seri PM1610 terhadap beberapa titik pada fantom standar berbahan PMMA dan fantom replika dengan memperhatikan respon hamburan balik terhadap radiasi. Sehingga dapat diketahui tingkat homogen sumber Cs-137 pada fantom, serta titik paling optimal dalam meletakkan alat ukur radiasi pada proses penyinaran kalibrasi. Juga dapat diketahui apakah fantom replika berbahan resin dan *hardener* dapat menjadi alternatif untuk fantom standar dalam proses kalibrasi Alat Ukur Radiasi (AUR) dari segi nilai *backscatter factor* (BSF).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana tingkat homogenitas sebaran radiasi Cs-137 pada daerah fantom?
- b. Apakah fantom replika dapat menjadi alternatif fantom standar dalam proses kalibrasi AUR dari segi nilai *backscatter factor* (BSF)?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan pada rumusan masalah di atas, diperlukan suatu batasan permasalahan untuk penelitian ini, diantaranya yaitu:

- a. Sumber radioaktif yang digunakan adalah Cs-137 dengan aktivitas 740 GBq (1994) dan energi 0,662 MeV
- b. Alat ukur yang digunakan adalah DPE *Polimaster* seri PM1610
- c. Jarak penyinaran sejauh 200 cm
- d. Menggunakan absorber 1/10
- e. Uji homogenitas melalui pola sebaran radiasi
- f. Variasi dosis penyinaran yang digunakan adalah 28 μSv , 34 μSv , dan 42 μSv
- g. Penentuan waktu penyinaran menggunakan data kerma udara yang sudah ada berdasarkan acuan bulanan di lab KAUR BPFK Surabaya

- h. Suhu, tekanan, dan kelembaban udara ruangan penyinaran dianggap konstan
- i. Fantom replika tidak dilakukan uji karakteristik dan pengujian densitas

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini ber-tujuan untuk :

- a. Mengetahui tingkat homogenitas sebaran radiasi Cs-137 pada daerah fantom.
- b. Membuktikan bahwa fantom replika dapat menjadi alternatif fantom standar dalam proses kalibrasi AUR dari segi nilai *backscatter factor* (BSF).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantara lain :

1.5.1 Manfaat Teoritis

- a. Diharapkan dapat berperan dalam pengembangan keilmuan pada bidang proteksi radiasi khususnya untuk prosedur kalibrasi baik secara teoritis maupun eksperimentalis.
- b. Diharapkan dapat menjadi acuan dalam pemilihan material dalam pembuatan *slab* fantom khususnya untuk jaringan lunak tubuh manusia.
- c. Memberikan informasi bagaimana proses uji beserta analisis homogenitas sumber radiasi dan hamburan balik.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat membantu BPFK Surabaya dalam terus meningkatkan kualitas kalibrasi.