

Pembuatan *Test Tool* Kolimator dan *Beam Aligment* dari Bahan Akrilik di Instalasi Radiologi

Irma Rahmania^{(1,a)*} dan Tri Suranti^(1,b)

⁽¹⁾ Radiodiagnostik dan Radioterapi, STIKes Patriot Bangsa Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35132
Email : ^(a*)rahmania2009@gmail.com, ^(b)ranti258@gmail.com

Diterima (12 Agustus 2023), Direvisi (18 Januari 2024)

ABSTRACT One of the problems commonly encountered on X-ray planes is the inaccuracy of the Kolimator's field to the X-ray beam. In measuring the suitability of the radiation beam's field area to the light beam, if the results obtained are coinciding or not, then it can be determined whether there is a shift between the field area of the radiation beam and the light beam. To produce of the design of the Colimator & Beam Alignment Test Tool in the radiology installation of Dr. Hi Abdul Moeloek in Lampung province. Methodology Quantitative experimental approach to modification of the Colimator Test & Beam Alignment Test Tool. Descriptive is a method that serves to describe or provide an overview of the object under study through data or samples that have been collected as is, without analyzing and making general conclusions. size room 6 for shows that scale is wide the standard NCRP collator field (2 %) is 0.5 cm and the standard NCRP X-ray file is 0.60. Keywords: maximum of 5 words, separated by coma.

Keywords : Colimator and beam alignment test tool

ABSTRAK Satu problem yang biasa ditemui pada pesawat sinar-X adalah ketidaktepatan luas lapang kolimator terhadap luas lapang berkas sinar-X. Pada pengukuran kesesuaian luas lapang berkas radiasi terhadap berkas cahaya, apabila hasil yang didapatkan adalah berhimpit atau tidak, maka dapat ditentukan ada atau tidaknya pergeseran antara luas lapang berkas radiasi terhadap berkas cahaya. Untuk menghasilkan rancang bangun alat Uji Kolimator & Beam Alignment Test Tool di instalasi radiologi RSUD Dr. Hi. Abdul Moeloek di provinsi Lampung. Desain penelitian ini menggunakan Desain Deskriptif Kuantitatif pendekatan eksperimen terhadap modifikasi Uji Kolimator & Beam Aligment Test Tool. Deskriptif adalah metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku umum Hasil pengukuran pada kamar 6 menunjukkan bahwa Skala luas lapangan kolimator Standar NCRP ($\leq 2\%$) yaitu 0.2 cm dan Kesearahan berkas sinar-X Standar NCRP ($\leq 3^\circ$) yaitu 0.6° .

Kata Kunci : kolimatr, Beam Aligment

PENDAHULUAN

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 pemanfaatan 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).

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 ≤ 3 .

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)

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. Kolimator merupakan salah satu bagian dari pesawat sinar-X yang memiliki fungsi untuk pengaturan besarnya ukuran lapangan radiasi. Kolimator memiliki beberapa komponen yaitu lampu kolimator, plat timbal pembentuk lapangan, meteran untuk mengukur jarak dari fokus ke detektor atau ke film, tombol untuk menghidupkan lampu kolimator, dan filter aluminium (Al) dan tembaga (Cu) sebagai filter tambahan. Setiap pesawat sinar-X dapat memiliki bentuk dan desain kolimator yang berbeda namun secara garis besar komponen kolimator seperti yang sudah disebutkan. (Anonymous, 2012).

Faktor Penyebab terjadinya kolimator tidak simetris yaitu : Cermin pada kolimator yang bergeser, teknik pengukuran tanpa menggunakan alat untuk mengukur kerataan pada bidang atau *Waterpass* pada kolimator, penempatan Tube pada kolimator kurang tepat atau bergeser di antara 00.

Beberapa jenis faktor tersebut yang mempengaruhi kolimator tidak simetris sehingga terjadi kemungkinan bahwa kolimator pada cermin bergeser mengakibatkan terjadinya pergeseran saat pengujian dilakukan.

Pengujian kolimator ini dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, salah satunya yaitu dengan alat uji kolimator dan *Beam Alignment Test Tool* dirancang untuk mengevaluasi kolimator. Bahwa gambaran pertengahan lapang sinar-X harus berada di antara 2% (maksimum) dari jarak fokus ke bidang film atau *Focus Film Distance* (FFD) terhadap pertengahan lapangan penyinaran berkas cahaya kolimator dalam perencanaan bayangan (Keputusan Menteri Kesehatan No. 1250/SK/XII/2009).

Berdasarkan hal tersebut, selama ini di provinsi lampung, penulis menemukan adanya beberapa rumah sakit yang diharapkan perlu untuk dilakukannya pengecekan secara berkala terhadap kedudukan bintik fokus pada Kolimator sehingga terjadinya penambahan dosis terhadap pasien saat melakukan pemeriksaan yang disebabkan radiasi pada pesawat sinar-X tidak sesuai. Adapun penelitian dalam Karya Tulis Ilmiah sebelumnya oleh Hardika Agus Setiawan, tahun (2019), alat uji kesejajaran sinar-X dan pengujian letak kedudukan bintik fokus terhadap titik pusat penyinaran pada pesawat rontgen.

Dari penelitian tersebut peneliti tertarik melakukan memodifikasi Rancang Bangun dengan cara merubah bahan baku dari kuningan menjadi bahan akrilik agar Kolimator *Test Tool & Beam Alignment Test Tool* memiliki fungsi yaitu bobot yang lebih ringan dan mudah untuk dibawa, ramah lingkungan dan tidak mengandung racun, tidak berkarat, mudah dibersihkan serta dapat didaur ulang. Dengan menggunakan ketebalan bahan

dari 2 mm menjadi 4 mm sehingga dapat dibandingkan dari hasil pembuatan rancang bangun sebelumnya dan pengujian dari alat sebelumnya pada kolimator *Test Tool & Beam Alignment Test Tool*.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini menggunakan Desain Deskriptif Kuantitatif pendekatan eksperimen terhadap modifikasi Uji Kolimator & Beam Alignment Test Tool. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Hi. Abdul Moeloek Provinsi Lampung pada bulan Februari-April 2021. Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari Observasi Langsung, Studi Kepustakaan dan Kuisisioner.

Ada beberapa langkah yang dilakukan dalam pembuatan rancang bangun Kolimator *Test Tool dan Beam Alignment Test Tool* yaitu :

1. Langkah Pertama

Buat rancangan kerangka bagian Beam Alignment Test Tool dengan menggunakan bahan akrilik susu transparan. Terlihat pada **Gambar 1**.

2. Langkah Kedua

Membuat ukuran tabung *Beam Alignment Test Tool* dengan ketinggian 15 cm dengan diameter 6 cm. **Gambar 2**.

3. Langkah Ketiga

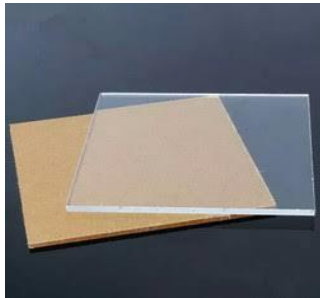
Pembuatan garis – garis dengan ukuran skala 0,5 cm terbuat dari lempengan akrilik susu transparan yang angkanya ditenggelamkan. Membuat sisi Kolimator dengan ukuran Lebar 24 cm, Panjang 18 cm serta dengan Ketebalan 4 mm. **Gambar 3**.

4. Langkah Keempat

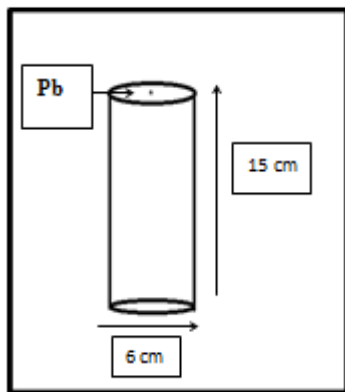
Pasang semua Komponen-komponen bagian Beam Alignment Test Tool dengan cara menyatukan bagian sisi – sisinya

dengan menggunakan Lem China, dan Colimator Test Tool di scan atau di laser sampai angkanya timbul. **Gambar 4.**

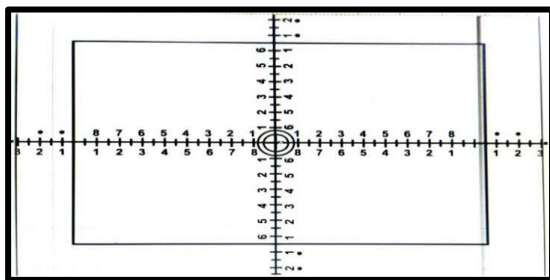
Berikut ini merupakan tampilan modifikasi dari hasil rancang bangun alat uji Colimator Test Tool dan Beam Alignment Test Tool :



Gambar 1. Kerangka Beam Alignment Test Tool



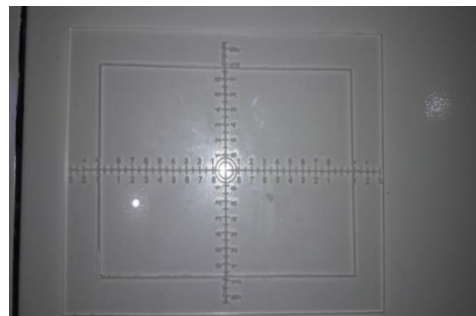
Gambar 2. Kerangka Beam Alignment Test Tool



Gambar 3. Kerangka Bagian Alat Uji Colimator Test Tool



Gambar 4. Rancang Bangun Beam Alignment Test Tool



Gambar 5. Rancang Bangun kolimator Test Tool

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil percobaan pada ketiga pesawat rontgen diatas, menunjukan bahwa kedudukan bintang fokus terhadap titik pusat penyinaran tidak mengalami banyak pergeseran, seperti dijelaskan pada **Tabel 1.**

Dari hasil pengukuran pada **Tabel 1.** maka dapat dihitung seberapa besar pergeseran bintang fokus terhadap titik pusat penyinaran dalam derajat ($^{\circ}$) dan persentase (%)

Maka dari **Tabel 2.** dapat menjelaskan hasil penelitian, kesearahan sinar-X pada titik fokus penyinaran pada pesawat kemudian dibandingkan dengan Kepmenkes nomor 1250 tahun 2009 masih dibawah nilai standar NCRP ($\leq 3^{\circ}$ of FFD).
Pesawat Rontgen Kamar 6, yaitu :
Merk / Type : Hitachi / Stationary
Kapasitas / Jenis : 100mA/ Stationary
Negara : Jepang

Dapat disimpulkan bahwa kesamaan sinar lampu kolimasi dengan berkas sinar-X yang dihasilkan masih dalam batas akurat dan memenuhi standar.

Setelah uji coba dilakukan pada pesawat kamar 6 di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Hi. Abdul Moeloek Provinsi Lampung, menunjukkan bahwa kedudukan bintik fokus terhadap titik pusat penyinaran tidak mengalami banyak pergeseran, dari hasil tersebut kemudian dilakukan perhitungan menggunakan rumus.

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa Skala luas lapangan kolimator Standar NCRP ($\leq 2\%$) yaitu 0.2 cm dan Kesearahan berkas sinar-X Standar NCRP ($\leq 3^\circ$) yaitu 0.6° .

Faktor Penyebab terjadinya Kolimator tidak simetris yaitu : Cermin pada kolimator yang bergeser, teknik pengukuran tanpa menggunakan alat untuk mengukur kerataan pada bidang atau *Waterpass* pada kolimator, penempatan Tube pada kolimator kurang tepat atau bergeser di antara 0° . Beberapa jenis faktor tersebut yang mempengaruhi kolimator tidak simetris sehingga terjadi kemungkinan bahwa kolimator pada cermin bergeser mengakibatkan terjadinya pergeseran saat pengujian dilakukan. Dari jenis faktor-faktor penyebab terjadinya kolimator tidak simetris diatas, bahwa kolimator pada pesawat merk hitachi yang terdapat dikamar 6 diinstalasi Radiologi RSUD Dr. Hi. Abdul Moeloek Provinsi Lampung menunjukkan bahwa skala luas lapangan kolimator masih dalam Standar NCRP dan tidak melebihi dari batas toleransi kongruensi kolimasi pada jarak fokus ke bidang film atau FFD yaitu ($\leq 2\%$).

Tabel 1. Hasil pengujian luas lapangan kolimator

Pesawat Sinar-X	Nilai Pergeseran	Nilai Derajat ($^\circ$)	Standart NCRP
Hitachi	0,2 cm	0.6°	$\leq 3^\circ$

Tabel 2. Perhitungan Rata-rata, Derajat dan Persentase Pergeseran Bintik Fokus Terhadap Titik Pusat Penyinaran pada kamar

Pesawat Sinar-X	Skala	Hasil	Nilai	Standar
Hitachi	X1+X2	1 mm + 2 mm	3 mm	≤ 2 cm
	Y1+Y2	1 mm + 1 mm	2 mm	≤ 2 cm
	X1+X2+Y1+Y2	3 mm + 2 mm	0,5 cm	≤ 3 cm

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan pada ketiga pesawat rontgen diatas, menunjukkan bahwa kedudukan bintik fokus terhadap titik pusat penyinaran tidak mengalami banyak pergeseran, Maka dapat dijelaskan bahwa hasil penelitian, kesearahan sinar-X pada titik fokus penyinaran pada pesawat kemudian dibandingkan dengan Kepmenkes nomor 1250 tahun 2009 masih dibawah nilai standar NCRP ($\leq 3^\circ$ of FFD). Pesawat Rontgen Kamar 6, yaitu :

Merk / Type : Hitachi / Stationary
 Kapasitas / Jenis : 100 mA/ Stationary
 Negara : Jepang
 Nilai Pergeseran : 0,2 cm
 Nilai Derajat : 0.6°

Dapat disimpulkan bahwa kesamaan sinar lampu kolimasi dengan berkas sinar-X yang dihasilkan masih dalam batas akurat dan memenuhi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Andi Pasinringi. Pengujian Kesesuaian antara Lapangan Penyinaran Kolimator dengan Berkas Radiasi yang dihasilkan

- pada Pesawat Sinar-X *Mobile* di Rumah Sakit Umum Daerah Tani dan Nelayan Gorontalo. 2012.
- [1] Anonymous. The mobile diagnostic X- ray machine – The user manual, Type SF100 BY, Shanghai Guang Zheng medical instrument limited company. 2009.
- [2] Ballinger, PhilipW. & Eugene D. Frank. *Merrill's Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedure*, Vol 2, 10th Edition. St. Louis, Mosby. 2003.
- [3] Ballinger, W. Philip. *Merril's Atlas of Radiographic Position Radiologic Procedure* Vol : 3, Eight Edition , the CV. Mosby Company, Washington DC. 2005.
- [4] BAPETEN, 2013, Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2013 tentang keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Radioterapi, Jakarta.
- [5] BAPETEN, 2018, Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiodiagnostik dan Intervensional, Jakarta.
- [6] Begum, M., A. S. Mollah, M. A. Zaman, dan A. K. M. M. Rahman. Quality Control Test In Some Diagnostic X-Ray. *Bangladesh Journal of Medical Physics*.1(4) : 58 – 66. Units In Bangladesh. 2011.
- [7] Departemen Pendidikan Nasional. Rancang Bangun, Kamus Besar Bahasa Indonesia Balai Pustaka : Jakarta. 2002
- [8] Dwi. Pengejuian Fungsi Pesawat Sinar-X. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 2008.
- [9] Dwi, Seno K.S. *Workshop Tentang Batas Toleransi Pengukuran Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X*. Skripsi. Fisika Universitas Indonesia. Jakarta. 2008.
- [10] Fluke Biomedical. Fluke Corporation. *Nuclear Associates* 07-661-7662 *Kolimator/Beam Alignment Test Tool*. U.S.A. 2005.
- [11] Hasan, Alfin. Panduan Penulisan dan Penilaian Tugas Akhir. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya. 2006
- [12] IAEA, 2006, Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays, Safety Report Series No. 39, Vienna.
- [13] Kemenkes RINo.1250/MENKES/SK/X II/2009 Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik. Kementrian Kesehatan
- [14] Meredith. Faktor-Faktor Geometri yang Mempengaruhi Gambaran Roentgen. CV. Media Pustaka. Bandung. 2007.
- [15] Sujiatmoko. Fungsi Alat Kolimator dan Alat Pembatas Sinar-X Lainnya. Bandung : CV. Rosdakarya. 2011.
- [16] Rasad, Sjahriar. Radiologi Diagnostik 2nd edition, FKUL Jakarta. 2005.

- [17] Yulianingsih. Fungsi Sistem Pembatas Luas Lapangan Sinar-X Lainnya. Bandung : CV. Rosdakarya. 2013.

