

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian dilakukan di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Moewardi. Penelitian ini dimulai dengan melakukan *study literature*, membuat *collimator test tool* dan *beam alignment test tool* dari bahan akrilik, pengambilan data, analisis data, pembahasan, dan kesimpulan. Penelitian ini melakukan tiga pengujian yaitu uji iluminasi lampu kolimator, uji akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X dan uji ketegaklurusan berkas sinar-X

4.1.1 Uji Iluminasi Lampu Kolimator

kVp : 53
mAs : 5
FFD : 100 cm
Lapangan cahaya : 18 cm x 14 cm

Penelitian pertama yaitu uji iluminasi lampu kolimator dengan menggunakan lux meter. Pada penelitian ini menggunakan aplikasi lux meter yang ada pada *smartphone* dengan faktor kalibrasi 1. Data yang dihasilkan pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 nilai yang dihasilkan berada dibawah nilai lolos uji yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 2 Tahun 2018 yaitu ≥ 100 lux. Salah satu kesalahan dari penelitian ini dapat disebabkan oleh alat ukur yaitu lux meter. Lux meter dilakukan kalibrasi terlebih dahulu sebelum pengujian iluminasi, namun kalibrasi tidak tepat sehingga mengakibatkan hasil pembacaan menjadi lebih kecil dari nilai sebenarnya. Saat melakukan pengukuran iluminasi, nilai yang keluar pada alat ukur mempunyai tingkat variasi yang tinggi dan dapat berubah dengan cepat sehingga diperlukan ketelitian dalam menentukan nilai.

Tabel 4. 1 Hasil uji iluminasi lampu kolimator pada jarak 100 cm dengan lapangan cahaya 18 cm x 14 cm

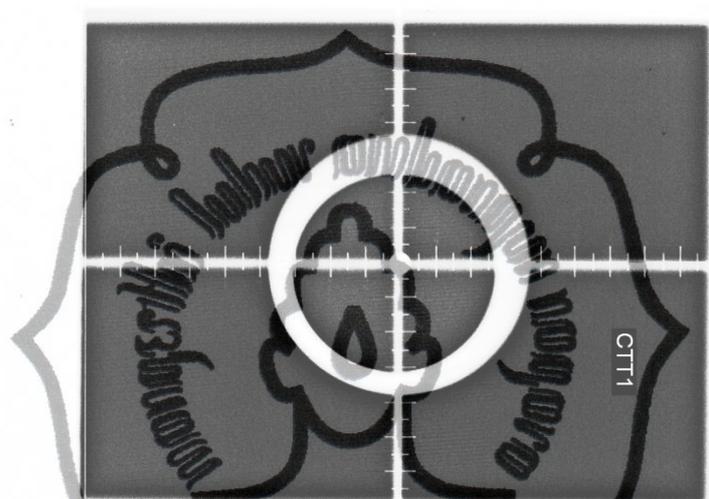
Pengambilan	Titik Ukur				Rerata Terukur (lux)	Cahaya latar (lux)	Hasil uji (lux)
	Area 1 (lux)	Area 2 (lux)	Area 3 (lux)	Area 4 (lux)			
1	74,00	91,00	82,00	85,00	83,00		81,00
2	75,00	92,00	82,00	88,00	84,25	2,00	82,25
3	76,00	92,00	82,00	87,00	84,25		82,25
						Rerata	81,83
						Ketidakpastian	0,72

4.1.2 Uji Akurasi Berkas Cahaya Kolimasi dengan Berkas Sinar-X

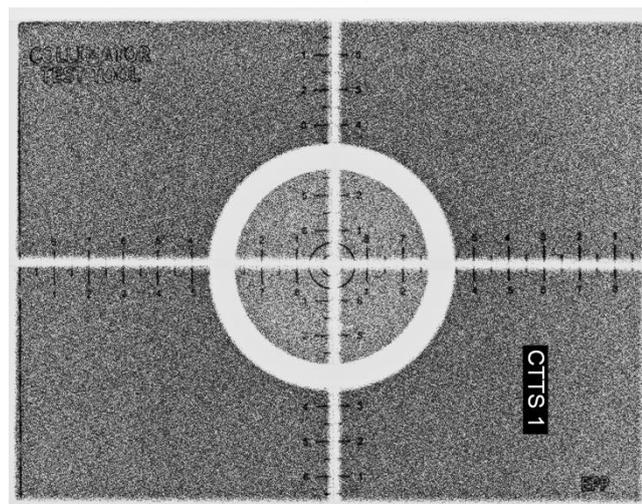
kVp	: 53
mAs	: 5
FFD	: 100 cm
Lapangan Cahaya	: 18 cm x 14 cm

Penelitian kedua yaitu uji akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X menggunakan *collimator test tool* tiruan dan *gammex 161B collimator test tool*. Dalam pengoperasian pesawat sinarX diagnostik perlu dilakukan pembatasan bidang penyinaran sinar-X agar radiasi tidak mengenai organ lainnya. Untuk membatasi bidang penyinaran sinar-X digunakan kolimator yang berfungsi untuk mengatur besar ukuran luas lapangan radiasi sinar-X. Lampu kolimasi yang digunakan adalah lampu halogen yang dipasang didalam kolimator dimana posisi lampu harus tepat sehingga berkas cahaya kolimator yang keluar sejajar dengan berkas cahaya sinar-X yang keluar. Cahaya sinar-X keluar dari tabung sinar-X sehingga memungkinkan terjadi perbedaan luas lapangan penyinaran yang terlihat antara berkas cahaya sinar-X dengan berkas cahaya kolimasi. Pengukuran akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X dilakukan untuk menentukan bahwa berkas cahaya sinar-X sesuai dengan berkas cahaya kolimasi. Hasil pengukuran yang tidak sejajar akan mengakibatkan lebar kolimasi tidak sama dengan hasil citra radiografi. Batas toleransi yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 2 Tahun 2018 untuk uji akurasi berkas cahaya

kolimasi dengan berkas sinar-X yaitu ΔX dan $\Delta Y \leq 2\%$ FFD dan $|\Delta X| + |\Delta Y| \leq 3\%$ FFD. FFD yang dipakai pada penelitian ini adalah 100 cm. Penelitian ini melakukan perbandingan hasil uji antara menggunakan *collimator test tool* tiruan dan *gammex 161B collimator test tool*. Berikut merupakan hasil citra yang diperoleh dari penyinaran *collimator test tool* tiruan dan *gammex 161B collimator test tool* menggunakan pesawat sinar-X simulator.



Gambar 4. 1 Hasil Citra Uji Akurasi Berkas Cahaya Kolimasi dengan Berkas Sinar-X Menggunakan *Collimator Test Tool* Tiruan



Gambar 4. 2 Hasil Citra Uji Akurasi Berkas Cahaya Kolimasi dengan Berkas Sinar-X Menggunakan *Gammex 161B Collimator Test Tool*

Dari hasil citra yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat diperoleh nilai X1, X2, Y1, dan Y2 yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3. Pada uji akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X menggunakan *collimator test tool* tiruan didapatkan nilai $|\Delta X| + |\Delta Y|$ adalah $(0,32 \pm 0,07)$ cm. Untuk uji akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X menggunakan *gammex 161B collimator test tool* didapatkan nilai $|\Delta X| + |\Delta Y|$ adalah $(0,40 \pm 0,04)$ cm.

Tabel 4. 2 Hasil uji akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X pada jarak 100 cm menggunakan *collimator test tool* tiruan

Penyinaran	Hasil Pengukuran				ΔX (cm)	ΔY (cm)	$ \Delta X + \Delta Y $ (cm)
	X1	X2	Y1	Y2			
1	0,03	0,15	0,00	0,00	0,18	0,03	0,21
2	0,13	0,19	0,03	0,03	0,32	0,06	0,38
3	0,02	0,19	0,10	0,00	0,21	0,10	0,31
4	0,08	0,16	0,00	0,10	0,24	0,10	0,34
5	0,13	0,19	0,03	0,03	0,32	0,06	0,38
Rerata							0,32
Ketidakpastian							0,07

Tabel 4. 3 Hasil uji akurasi berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X pada jarak 100 cm menggunakan *gammex 161b collimator test tool*

Penyinaran	Hasil Pengukuran				ΔX (cm)	ΔY (cm)	$ \Delta X + \Delta Y $ (cm)
	X1	X2	Y1	Y2			
1	0,02	0,20	0,14	0,04	0,22	0,18	0,40
2	0,06	0,16	0,16	0,04	0,22	0,20	0,42
3	0,03	0,19	0,10	0,10	0,22	0,20	0,42
4	0,05	0,17	0,10	0,11	0,22	0,21	0,43
5	0,02	0,20	0,07	0,05	0,22	0,12	0,34
Rerata							0,40
Ketidakpastian							0,04

4.1.3 Uji Ketegaklurusan Berkas Sinar-X

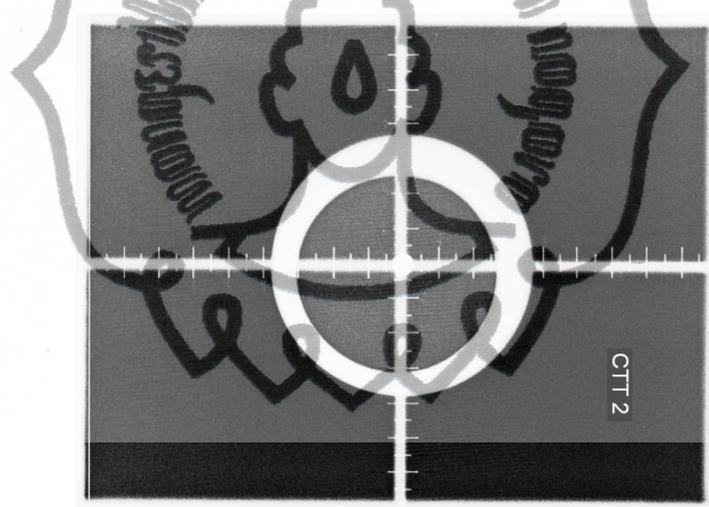
kVp : 53

mAs : 5

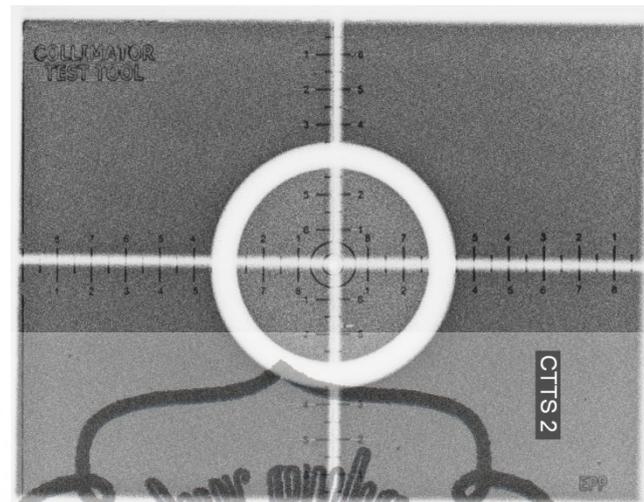
FFD : 100 cm

Penelitian ketiga yaitu uji ketegaklurusan berkas sinar-X menggunakan *beam alignment test tool* tiruan dan *gammex 162A beam alignment test tool*. Dalam pengoperasian pesawat sinar-X, ketepatan titik pusat dari berkas sinar-X

merupakan faktor penting untuk menentukan resolusi spasial dalam citra radiografi. Resolusi spasial adalah kemampuan alat dalam menampilkan gambaran 2 objek kecil yang saling berdekatan. Penyimpangan titik pusat berkas sinar-X mengakibatkan terjadinya gangguan terhadap citra radiografi sehingga sulit untuk dilakukan diagnosa. Batas toleransi yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 2 Tahun 2018 untuk uji ketegaklurusan berkas sinar-X yaitu $\leq 3^\circ$. Penelitian ini melakukan perbandingan hasil uji antara menggunakan *beam alignment test tool* tiruan dan *gammex 162A beam alignment test tool*. Berikut merupakan hasil citra yang diperoleh dari penyinaran *beam alignment test tool* tiruan dan *162A beam alignment test tool* menggunakan pesawat sinar-X simulator



Gambar 4. 3 Hasil Citra Uji Ketegaklurusan Berkas Sinar-X Menggunakan *Beam Alignment Test Tool* Tiruan



Gambar 4. 4 Hasil Citra Uji Ketegaklurusan Berkas Sinar-X Menggunakan *Gammex 162A Beam Alignment Test Tool*

Dari hasil citra yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat diperoleh nilai panjang pengimpangan bayangan. Dari parameter tersebut diperoleh nilai sudut penyimpangan yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5. Nilai sudut penyimpangan merupakan sudut bayangan dari gotri yang jatuh ke collimator. Pada uji ketegaklurusan berkas sinar-X menggunakan *beam alignment test tool* tiruan didapatkan hasil uji $(0,96 \pm 0,06)^\circ$. Untuk uji ketegaklurusan berkas sinar-X menggunakan *gammex 162A beam alignment test tool* didapatkan hasil uji $(0,59 \pm 0,06)^\circ$. Nilai lolos uji berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 2 Tahun 2018 untuk uji ketegaklurusan berkas sinar-X yaitu $\leq 3^\circ$. Hasil uji ketegaklurusan berkas sinar-X menggunakan masing-masing *beam alignment test tool* masih dalam batas toleransi yang ditetapkan.

Tabel 4. 4 Hasil uji ketegaklurusan berkas sinar-X pada jarak 100 cm menggunakan *beam alignment test tool* tiruan

Penyinaran	Panjang Penyimpangan (cm)	Sudut Penyimpangan (°)
1	0,36	1,04
2	0,33	0,95
3	0,30	0,87
4	0,33	0,95
5	0,34	0,97
Rerata		0,96
Ketidakpastian pengukuran		0,06

Tinggi tabung (h) : 20 cm

Tabel 4. 5 Hasil uji ketegaklurusan berkas sinar-X pada jarak 100 cm menggunakan *gammex 162a beam alignment test tool*

Penyinaran	Panjang Penyimpangan (cm)	Sudut Penyimpangan (°)
1	0,16	0,62
2	0,16	0,63
3	0,14	0,52
4	0,17	0,64
5	0,14	0,54
Rerata		0,59
Ketidakpastian pengukuran		0,06

Tinggi tabung (h) : 15 cm

Dari pengujian yang telah dilakukan menggunakan *collimator* dan *beam alignment test tool tiruan* menghasilkan nilai yang sebanding dengan *Gammex 161B/162A Collimator and Beam Alignment Test Tool*. Namun, terdapat perbedaan pada hasil citra. Pada *Gammex 161B Collimator Test Tool* menghasilkan citra yang lebih jelas dibandingkan dengan *collimator test tool tiruan*. Hasil citra menggunakan *Gammex 161B Collimator Test Tool* memperlihatkan nilai skala yang lebih tebal dibandingkan dengan hasil citra pada *collimator test tool tiruan* karena terdapat perbedaan jenis bahan. Pada *collimator test tool tiruan* apabila semakin tinggi kedalaman skala semakin banyak barium sulfat yang dimasukkan, maka skala yang terlihat akan semakin jelas. Fungsi dari barium sulfat adalah sebagai media kontras pada akrilik.

Gammex 162A Beam Alignment Test Tool memiliki gotri yang terletak di bagian alas dan tutup tabung, sedangkan *Beam Alignment Test Tool* tiruan gotri hanya terletak pada bagian tutup tabung saja. Dengan adanya gotri di bagian alas dan tutup tabung, memudahkan dalam mencari nilai panjang penyimpangan bayangan. Nilai sudut penyimpangan dari *Gammex 162A Beam Alignment Test Tool* lebih kecil dibandingkan dengan *Beam Alignment Test Tool* tiruan. Nilai sudut penyimpangan dipengaruhi oleh tinggi tabung dan diameter gotri. Pengujian terhadap *collimator* dan *beam alignment test tool* tiruan ini menghasilkan nilai yang masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala BAPETEN No. 2 Tahun 2018 sehingga dapat dilakukan uji kolimator menggunakan pesawat sinar-X di rumah sakit yang lain.

