

UJI KESAMAAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X

Chairun Nisa^{1*}, Untoro Heri Saputro², Noviardi Prima Putra³, Dipnola⁴, Safira Annazifa⁵

Program Studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah^{1,2,3}

RS BMC Padang⁴

RS UNAND⁵

*Corresponding Author : chairunnisa@atro.unbrah.ac.id

ABSTRAK

Kendali mutu adalah bagian program jaminan mutu yang berhubungan dengan teknik yang digunakan dalam pemantauan dan pemeliharaan unsur-unsur teknis dari sistem yang mempengaruhi kualitas gambar. Salah satu kegiatan kendali mutu pada pesawat sinar-X adalah uji kesamaan berkas cahaya kolimator. Uji ini bertujuan untuk menentukan akurasi kesamaan berkas sinar-X dan berkas cahaya. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1250 tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu Peralatan Radiologi, frekuensi uji kesamaan berkas sinar-X dan berkas cahaya adalah satu bulan sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimator dengan toleransi pergeseran sebesar 2 cm. Mengingat pentingnya kendali mutu Pesawat Sinar-X maka pengujian ini perlu dilakukan secara berkala. Rumah sakit dapat menggunakan hasil pengujian ini sebagai referensi akurasi kesamaan berkas agar dapat melindungi pasien dari penambahan dosis yang tidak diinginkan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menempatkan kaset sinar-X, *collimator alignment test tool* di atas meja pemeriksaan kemudian dilakukan eksposi dengan tegangan tabung 60 kV, arus tabung 100 mA dan waktu 0,05 s. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pergeseran luas lapangan kolimasi dengan berkas radiasi yang dihasilkan (X1) berkurang 1,4 cm, pada sisi katoda (X2) bertambah 0,8 cm. Sedangkan pergeseran pada sisi lengan tabung (Y1) bertambah 0,8 cm, pada sisi operator (Y2) berkurang 2 cm. Simpulan penelitian ini adalah terjadi pergeseran berkas sinar-X dan berkas cahaya pada sumbu X sebesar 2,2 cm dan pada sumbu Y sebesar 2,8 cm.

Kata kunci : berkas cahaya, berkas sinar-X, kolimator

ABSTRACT

Quality control is the part of a quality assurance program that deals with the techniques used in monitoring the technical elements of system that affect image quality. One of the quality control activities on an X-ray machines is the collimator light beam similarity test. This test aims to determine the accuracy of the X-rays beam and the light beam. In accordance with Ministry of Health Decree No.1250 of 2009 on the quality control guidelines of Radiological Equipment, the frequency of X-ray beam and light beam similarity testing is one month once or after repair, house care of tubes and colimators with a shift tolerance of 2 cm. These tests should be carried out on a regular. The hospitals can use the results of these tests as a reference to the accuracy of file similarities in order to protect patients from unwanted dose additions. The research method used was to experiment with the placement of an X-ray cassette, collimator alignment test tool on the patient table and then perform an exposure with voltage of 60 kV, a tube current of 100 mA and a time of 0.05 s. The results of the study showed that there was a large shift in the colimation field with the resulting radiation file (X1) decreased by 1.4 cm, on the side of the cathode (X2) increased by 0.8 cm. Whereas the shift on the sides of the arm of the tube (Y1) increases by 0,8 cm, the operator side (Y2) decreases by 2 cm. The conclusion of this study is that there is a shift of the X-ray beam and light beam on the X axis by 2.2 cm and on the Y-axis by 2,8 cm.

Keywords : light beam, x-ray beam, collimator

PENDAHULUAN

Dunia kesehatan memiliki beberapa aspek penunjang salah satunya adalah penggunaan alat kesehatan yang akan membantu dokter dalam mendiagnosa suatu penyakit sesuai dengan

prosedur. Salah satu alat penunjangnya berada pada bidang radiologi seperti pesawat sinar-X yang memanfaatkan sinar-X untuk mendapatkan hasil berupa radiograf. Oleh karena itu diperlukan radiograf yang dapat memberikan informasi semaksimal mungkin tanpa harus melakukan pengulangan foto sehingga tidak terjadi penambahan dosis yang diterima oleh pasien dengan dilakukannya kendali mutu pesawat sinar-X (Sari Ayu Wita, 2017).

Kendali mutu adalah bagian program jaminan mutu yang berhubungan dengan teknik yang digunakan dalam pemantauan dan pemeliharaan unsur-unsur teknis dari sistem yang mempengaruhi kualitas gambar (Papp, 2019). Salah satu kegiatan kendali mutu pada pesawat sinar-X adalah pengujian kesesuaian tabung kolimator. Uji kesesuaian adalah uji untuk memastikan bahwa pesawat sinar-X memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosis atau pelaksanaan radiologi yang tepat serta akurat (Hariyati et al., 2019). Uji kesesuaian merupakan dasar dari suatu program jaminan mutu radiologi diagnostik yang mencakup sebagian tes program jaminan mutu, khususnya parameter yang menyangkut keselamatan radiasi (Susilo et al., 2015). Kolimator adalah bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi untuk pengaturan luas lapangan radiasi. Kolimator merupakan parameter utama dalam pengujian pesawat sinar-X. Tindakan kendali mutu ini dilakukan mengurangi terjadinya penyimpangan ke dalam (citra yang terpotong) dan penyimpangan ke luar (radiasi yang semakin banyak diterima pasien) serta meningkatkan pelayanan kesehatan dan proteksi radiasi untuk tercapainya keselamatan dan kesehatan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan (Kane, 2016).

Ketidaktepatan luas lapangan kolimasi dengan berkas radiasi juga dapat mempengaruhi hasil gambaran radiograf karena objek yang kita inginkan tidak tervisualisasi dengan tepat dan baik. Adapun menurut AAPM No. 73 tahun 2009 salah satu pertimbangan harus dilakukannya pengujian rutin pesawat sinar-X adalah berdasarkan usia alat dan frekuensi penggunaan alat. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1250 tahun 2009 tentang Pedoman Kendali Mutu Peralatan Radiologi, frekuensi uji kesamaan berkas cahaya kolimasi dengan berkas radiasi adalah satu bulan sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimator (Kemenkes, 2009). Dari penelitian sebelumnya, kami telah berhasil meneliti tentang Pengaruh Transmisi *Multileaf Collimator* terhadap perhitungan dosis yang disimulasikan pada perangkat PRISM TPS yaitu semakin besar energi maka makin kecil transmisinya (Nisa, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan akurasi kesamaan berkas sinar-X dengan berkas cahaya dengan luas lapangan 9x7. Beberapa penelitian telah dilakukan terkait uji kesamaan berkas kolimator. Luas lapangan penyinaran yang berbeda juga telah dilakukan yaitu 14x18 dengan menggunakan *Collimator Test Tool* pada pesawat sinar-X Shimadzu Pro Ezy Rad di Instalasi Radiologi RSUD Batang diperoleh hasil rata-rata untuk sumbu horizontal ($X_1 + X_2$) sebesar 1,2 cm dengan nilai persentase 1,2% didapat dari hasil bagi jumlah pergeseran setiap sumbu horizontal dengan FFD yang digunakan yaitu 100 cm kemudian dikalikan dengan 100%, sedangkan hasil rata-rata untuk sumbu vertikal ($Y_1 + Y_2$) sebesar 1,23 cm dengan nilai persentase 1,23% yang diperoleh dengan cara perhitungan yang sama dengan sumbu horizontal (Muzdalifah et al., 2017).

Nilai dan hasil evaluasi uji kesamaan berkas yang tampak pada hasil radiograf memperlihatkan berkas sinar-X berada tepat pada setiap sisi berkas cahaya kolimasi. Namun jika terjadi penyimpangan, maka hasil dan evaluasinya harus memenuhi persyaratan bahwa penyimpangan bidang cahaya kolimator dengan berkas sinar-X bagian horizontal (ΔX) maupun vertikal (ΔY) tidak boleh melebihi 2 % dari jarak fokus ke bidang film (FFD), serta total penyimpangan dari bidang horizontal dan vertikal ($\Delta X + \Delta Y$) tidak boleh melebihi 3% dari jarak fokus ke bidang film (Dasril, 2019).

Selain pada pesawat sinar-X konvensional, uji kesamaan berkas juga telah dilakukan pada pesawat mamografi analog dan digital. Ketidaktepatan luas lapangan kolimasi terhadap

berkas radiasi dapat mempengaruhi kualitas citra yang dihasilkan. Sehingga, untuk memastikan pesawat sinar-X dapat bekerja secara baik, maka perlu dilakukan uji kesesuaian selisih lapangan kolimasi sinar-X pada pesawat mammografi, baik untuk mammografi analog maupun digital (Fitriani et al., 2019). Uji ini bertujuan untuk menentukan akurasi kesamaan berkas sinar-X dan berkas cahaya. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1250 tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu Peralatan Radiologi, frekuensi uji kesamaan berkas sinar-X dan berkas cahaya adalah satu bulan sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimator dengan toleransi pergeseran sebesar 2 cm.

METODE

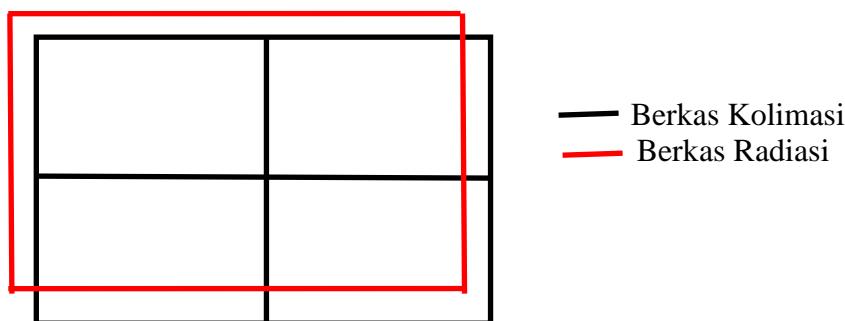
Jenis penelitian ini adalah kuantitatif eksperimen dengan menempatkan kaset sinar-X, *collimator alignment test tool* di atas meja pemeriksaan kemudian dilakukan eksposi dengan tegangan tabung 60 kV, arus tabung 100 mA, waktu 0,05 s dan bukaan kolimator 9x7. Penelitian ini dilakukan di RS BMC Padang pada bulan Oktober 2022. Instrumen penelitian ini adalah pesawat sinar-X, kaset, film, *collimator alignment test tool*.

HASIL

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pergeseran Luas Lapangan

Sisi	Pengukuran (cm)	Selisih (cm)
X1	7.6	-1.4
X2	9.8	+0.8
Y1	7.8	+0.8
Y2	5	-2

Tabel 1 menunjukkan nilai pergeseran luas lapangan dari bukaan 9x7. Pada sisi X1 (arah anoda) dengan bukaan 9 cm berkurang 1.4 cm menjadi 7.6 cm. Pada sisi X2 (arah katoda) dengan bukaan 9 cm berlebih 0.8 menjadi 9.8 cm. Pada sisi Y1 (arah pesawat) dengan bukaan 7 cm berlebih 8 cm menjadi 7.8 cm. Dan pada sisi Y2 (arah operator) dengan bukaan 7 cm berkurang 2 cm menjadi 5 cm. Hasil pengukuran ini dapat diilustrasikan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Ilustrasi Berkas Kolimasi dengan Berkas Radiasi

Selanjutnya dari hasil pengukuran dilakukan perhitungan standar nilai pergeseran.

Tabel 2. Perhitungan Standar Nilai Pergeseran

Standar	X1	X2	Y1	Y2	X1+X2
X1+ X2 \leq 2 % FFD	1.4	0.8			2.2
Y1+ Y2 \leq 2 % FFD			0.8	2	2.8

Tabel 2 menunjukkan perhitungan standar nilai pergeseran berkas kolimasi dengan berkas radiasi yaitu 2 % dari FFD yaitu ≤ 2 cm. Selisih nilai pergeseran berkas pada sumbu X dan Y secara berturut-turut adalah 2.2 cm dan 2.8 cm

PEMBAHASAN

Kolimator adalah bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi untuk pengaturan luas lapangan radiasi. Kolimator menggunakan dua penutup berkas sinar-X atau disebut dengan *shutter* dari timbal. Satu atau lebih *shutter* yang dapat disetel terletak 3–7 inci (8–18 cm) di bawah tabung. *Shutter* ini terdiri dari *shutter* transversal dan longitudinal, masing-masing dengan kontrolnya sendiri. Desain ini membuat kolimator dapat disesuaikan dalam hal kemampuannya untuk menghasilkan bidang yang diproyeksikan dengan berbagai ukuran (Fauber, 2016)

Kesesuaian berkas radiasi dengan berkas cahaya kolimator adalah suatu keadaan dari kolimator dapat mengatur ukuran lapangan penyinaran sehingga adanya penyesuaian luas berkas cahaya lampu kolimator dengan berkas radiasi yang keluar dari celah kolimator yang sama (Papp, 2019). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat ketidaksesuaian berkas radiasi dengan berkas kolimasi sebesar 2.2 cm pada sisi X dan 2.8 cm pada sisi Y.

Bentuk bidang yang dihasilkan oleh kolimator selalu persegi panjang atau persegi, kecuali jika diafragma, kerucut, atau silinder tekanan digerakkan di bawah kolimator. Kolimator dilengkapi dengan sumber cahaya putih yang dimaksudkan untuk secara akurat menunjukkan di mana berkas sinar-X utama akan diproyeksikan selama pemaparan. Pada kolimator juga diletakan cermin di bawah sumber sinar-X dan membentuk sudut 45 derajat terhadap berkas sinar-X. Cermin yang dilekatkan tersebut, ditempatkan sedemikian rupa sehingga berkas cahaya dari bola lampu searah dan berjarak sama dengan berkas sinar-X. cermin tersebut berguna untuk memantulkan cahaya lampu dalam kotak kolimator, sehingga menunjukkan ukuran sinar-X yang diperlukan dan tergambar pada lapangan penyinaran. Jarak lampu menuju cermin harus sama dengan jarak focus menuju cermin. Cahaya ini dimaksudkan untuk secara akurat menunjukkan di mana berkas sinar-X utama akan diproyeksikan selama pemaparan (Carrol, 2018).

Beberapa gangguan yang terjadi pada kolimator adalah gangguan pada *Shutter* kolimator yang dapat diketahui bila adanya ketidaktepatan dalam ukuran indikator lapangan pada kolimator dengan lapangan penyinaran yang sebenarnya. Hal ini disebabkan oleh kemacetan pada *shutter* kolimator yang kadang terjadi pada *shutter* kolimator yang sudah tua. Gangguan penyudutan arah sinar, arah sinar seharusnya tegak lurus terhadap alat perekam gambar dan tidak boleh ada penyudutan ke salah satu arah. Jika penyudutan terjadi maka gambaran akan mengalami distorsi. Arah tabung sinar-X mungkin telah tegak lurus terhadap meja pemeriksaan, namun arah sinar belum tentu tegak lurus terhadap meja pemeriksaan. Penyudutan dianggap normal apabila penyudutan ≤ 3 derajat terhadap sumbu. Padamnya lampu kolimator dapat menyebabkan kesulitan dalam menentukan titik pertengahan penyinaran objek (Rochmayanti et al., 2018). Hal ini dapat terjadi karena lampu tidak memiliki daya yang cukup kuat atau adanya kabel penghubung yang putus Selain itu ketidaktepatan berkas cahaya kolimasi dengan berkas sinar-X memungkinkan terjadi yang dapat menyebabkan *problem imaging* dan *hell effect* dari anoda yang berlebihan dan menyebabkan *cut-off*.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan juga mengalami pergeseran berkas sinar-X dan berkas cahaya seperti penelitian yang telah dilakukan pada pesawat rontgen merk Toshiba di Politeknik Al-Islam Bandung (Damayanti & Gunawan, 2021), dan pesawat sinar-X Merk Toshiba Type E2739 di Laboratorium Radiologi Universitas Baiturrahmah (Dasril, 2019) diketahui bahwa terjadi ketidaksesuaian luas lapangan berkas sinar-X dengan berkas cahaya.

Selain pengujian di laboratorium, beberapa penelitian juga dilakukan di Rumah Sakit seperti di Instalasi radiologi Rumah Sakit Dr. Adyatma MPH Semarang (Sapitri, 2017) dan RSUD Sungai Dareh Kabupaten Dharmasraya (Dasril, 2018).

Menurut (Carrol, 2018), faktor yang menyebabkan terjadinya pergeseran luas lapangan kolimasi dan berkas radiasi yaitu terdapatnya ketidaktepatan letak cermin kolimator di pesawat sinar-X konvensional dimana cermin yang memantulkan cahaya tampak tidak dengan sudut 45 derajat sehingga lapangan sinar-X tampak bergeser ke salah satu arah. Ketidaktepatan cermin kolimator di pesawat sinar-X dapat terjadi ketika pesawat sinar-X sering digunakan. Jika kemiringan cermin tidak tepat maka akan mempengaruhi kualitas gambaran radiografi yaitu radiograf yang dihasilkan menjadi tidak maksimal sehingga mempengaruhi diagnosa penyakit dan dapat menyebabkan pengulangan foto. Jika terjadi pengulangan foto maka dosis yang diterima pasien pun akan bertambah. Untuk mengatasi permasalahan ini maka perlu dilakukan kalibasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terdapat pergeseran kolimasi sebesar 2.2 cm pada sisi X dan 2.8 cm pada sisi Y. Oleh karena itu pesawat sinar-X perlu dilakukan kalibrasi agar berkas sinar-X dengan berkas cahaya sesuai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terima kasih kepada Kemendikbudristek yang telah memberikan kepercayaan Hibah pendanaan penelitian, Program Studi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah, tim dari RS BMC dan RS UNAND sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Carrol, Q. . (2018). Radiographic in Digital Age Physics Exposure Radiation Biology. *Springfield Illinois*.
- Damayanti, O.-, & Gunawan, I.-. (2021). Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimasi pada Pesawat Sinar-X di Politeknik Al-Islam Bandung. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 7(2), 111–113. <https://doi.org/10.31983/jimed.v7i2.6596>
- Dasril, D. N. (2018). Uji Kesamaan Berkas Cahaya Kolimasi Pesawat Sinar-X Konvensional Merk Showa Type Tco-1 Di Rsud Sungai Dareh Kab. Dharmasraya. *Menara Ilmu*, 12(10), 47–51.
- Dasril, D. N. (2019). *Pengujian Tabung Kolimator Pesawat Sinar X Merk Toshiba Type E2739 di Laboratorium Radiologi*, *Jurnal Ilmu Fisika*. 11(1), 1–8.
- Fauber, T. (2016). Radiographic Imaging and Exposure. In *Radiographic Imaging and Exposure*. Elsevier Inc.
- Fitriani, F., Abdullah, B., & Tahir, D. (2019). Studi Uji Kesesuaian Selisih Lapangan Kolimasi pada Pesawat Mammografi Analog dan Digital. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 16(2), 97. <https://doi.org/10.20527/flux.v16i2.6344>
- Hariyati, I., Hani, A. D. F., Craig, L. A., Lestariningsih, I., Lubis, L. E., & Soejoko, D. S. (2019). Optimization of digital radiography system using in-house phantom: Preliminary study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1248(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1248/1/012021>
- Kane, S. A. (2016). *Introduction To Physic Modern Medicine* (Vol. 01).
- Kemenkes. (2009). *KMK No 1250 Tahun 2009 ttg Kendali Mutu Radiodiagnostik.pdf*.

- Muzdalifah, S., Dahjono, J., & ... (2017). Pengujian Kolimator Pada Pesawat Sinar X Di Instalasi Radiologi Rsud Batang. *RadX: Jurnal Ilmiah* <https://journalwh.uwhs.ac.id/index.php/jdx/article/download/14/13>
- Nisa, C. . F. H. (2014). Studi Awal Pengaruh Transmisi Multileaf Collimator pada perhitungan dosis PRISM TPS secara sederhana. *Disajikan Dalam Prosiding Seminar Kontribusi Fisika Institut Teknologi Bandung*.
- Papp, J. (2019). Quality Management in the Imaging Science.Sixth Edition. *St Louis: Missouri*.
- Rochmayanti, D., Kesehatan, P., & Semarang, K. (2018). *Jurnal Pengujian Sistem Kolimator April 2017. April 2017.*
- Sapitri. (2017). *Pengujian Kolimator Pada Pesawat Sinar-X Merk Hitachi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Dr. Adyatma Mph Semarang*.
- Sari Ayu Wita, H. S. (2017). Uji kesesuaian collimator beam dengan berkas sinar-x pada pesawat raico di instalasi radiologi raden mattaher jambi. *Batan*, 29–34.
- Susilo, Sunarmo, Swakarma, I. K., Setiawan, R., & Wibowo, E. (2015). Kajian Sistem Radiografi Digital sebagai Pengganti Sistem Computed Radiography yang Mahal. *Jurnal Fisika Indonesia*, 17(50), 40–43.