

Uji Kesesuaian Kolimasi pada Modalitas *Digital Radiography* dalam Menilai Luas Penyinaran

Mirfauddin, Revan Satrio, Zulkifli Tri Darmawan, Alfa Pradana

Radiologi, Politeknik Muhammadiyah Makassar

Email: mirfauddin@poltekmu.ac.id

Artikel info

Artikel history:

Received; 24-06-2025

Revised; 25-07-2025

Accepted; 25-07-2025

Keyword:

Collimator, Digital Radiography, Radiation Field, Conformity Test, Image Quality

Abstract. *The X-ray collimator is an essential device in digital radiography to ensure the accuracy of radiation field size, image quality, and patient safety. This study aimed to evaluate the collimation conformity of digital radiography equipment at the Radiology Installation of Pelamonia Hospital Makassar in determining the accuracy of radiation field size. A descriptive quantitative method was used with a collimator test tool measuring 18 × 14 cm and a source-to-image distance (SID) of 100 cm. The tests were conducted three times through direct exposure, measuring the deviation between collimator light and X-ray field. The first test showed horizontal deviation of 0.2% and vertical deviation of 0.1%. The second test recorded horizontal deviation of 0.2% and vertical deviation of 0.1%. The third test also showed horizontal deviation of 0.2% and vertical deviation of 0.1%. All results were within the tolerance limits, with individual axis deviations of ≤2% and combined total deviation of ≤3% according to national standards. In conclusion, the digital radiography equipment at Pelamonia Hospital Makassar met safety standards and is suitable for clinical use to support patient safety and optimal image quality.*

Abstrak. Kolimator sinar-X merupakan perangkat penting pada *digital radiography* untuk memastikan ketepatan ukuran lapangan radiasi, kualitas citra, dan keselamatan pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian kolimasi pada perangkat *digital radiography* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pelamonia Makassar dalam menentukan ketepatan ukuran lapangan penyinaran. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan alat uji *collimator test tool* berukuran 18 × 14 cm dan jarak fokus ke film (SID) 100 cm. Uji dilakukan sebanyak tiga kali melalui eksposi langsung, dengan pengukuran penyimpangan antara cahaya kolimator dan berkas sinar-X. Hasil uji pertama menunjukkan deviasi horizontal 0,2% dan vertikal 0,1%. Uji kedua mencatat deviasi horizontal 0,2% dan vertikal 0,1%. Uji ketiga juga menunjukkan deviasi horizontal 0,2% dan vertikal 0,1%. Seluruh hasil penyimpangan berada dalam batas toleransi, yaitu ≤2% per sumbu dan ≤3% total gabungan sesuai standar nasional. Kesimpulannya, perangkat *digital radiography* di Rumah Sakit Pelamonia Makassar memenuhi standar keselamatan dan layak digunakan dalam praktik klinis untuk mendukung keselamatan pasien serta kualitas citra yang optimal.

Kata Kunci:

Kolimator, Radiografi
Digital, Lapangan
Radiasi, Uji Kesesuaian,
Kualitas Citra.

Correspondence author:

Email: mirfauddin@poltekmu.ac.id



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

PENDAHULUAN

Radiologi diagnostik merupakan salah satu bidang penting dalam pelayanan kesehatan modern karena berperan dalam mendukung diagnosis penyakit melalui teknologi pencitraan medis. Perkembangan teknologi radiologi saat ini telah banyak mengadopsi sistem digital untuk menggantikan sistem konvensional. Sistem digital mampu menghasilkan citra berkualitas tinggi dengan dosis radiasi minimal serta waktu pemeriksaan yang lebih efisien (Sari & Surahmi, 2022). *Digital radiography* (DR) sebagai salah satu bentuk teknologi radiografi modern telah digunakan secara luas di berbagai negara untuk meningkatkan akurasi diagnosis dan keselamatan pasien (Liu & Kim, 2022). Penggunaan DR memerlukan sistem kendali mutu yang baik, termasuk pengujian kesesuaian alat guna mencegah paparan radiasi yang tidak diperlukan (Seeram et al., 2014).

Di Indonesia, penggunaan teknologi *digital radiography* semakin berkembang seiring kebijakan pemerintah dalam meningkatkan mutu pelayanan kesehatan melalui teknologi yang aman dan sesuai standar (Mukmin, 2024). Salah satu regulasi yang menjadi acuan adalah Peraturan Kepala BAPETEN No. 2 Tahun 2022, yang mengatur tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X diagnostik untuk memastikan perangkat bekerja sesuai spesifikasi dan aman digunakan (BAPETEN, 2022). Uji kesesuaian ini mencakup pengujian kolimasi untuk memverifikasi kesesuaian luas lapangan penyinaran dengan area yang diinginkan sehingga radiasi yang diterima pasien tidak melebihi batas yang diperlukan (Andriani & Tsania, 2024). Kegagalan dalam pengaturan kolimasi dapat menyebabkan paparan radiasi yang tidak perlu pada jaringan sehat serta memengaruhi kualitas citra diagnostik (Nisa et al., 2023).

Di tingkat lokal, Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pelamonia Makassar telah menggunakan sistem *digital radiography* merek Canon dalam pelayanan sehari-hari. Namun, pengujian kolimasi berkas sinar-X terakhir dilakukan pada dua tahun yang lalu tepatnya pada bulan Oktober tahun 2023. Sementara pada aturan Peraturan BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensial bahwa uji kesesuaian sistem kolimasi terhadap berkas radiasi harus dilakukan minimal satu kali dalam satu tahun sebagai bagian dari program jaminan mutu. Hal ini menunjukkan adanya celah dalam pelaksanaan program kendali mutu secara berkala, padahal kolimator yang tidak sesuai berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian antara cahaya pandu kolimator dengan

berkas sinar-X. Akibatnya, hal ini bisa berdampak pada peningkatan paparan radiasi yang tidak perlu serta penurunan kualitas diagnostik citra radiografi (Salsabila Nazwa, 2024; Meditory et al., 2024).

Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi lanjutan terhadap kesesuaian kolimasi sebagai langkah tepat dalam implementasi kegiatan *quality control* di Instalasi Radiologi RS Pelamonia. Pengujian ini juga bertujuan untuk mendokumentasikan kondisi terkini perangkat, sekaligus memberikan dasar data teknis bagi pengambilan keputusan terkait pemeliharaan alat dan peningkatan keselamatan pasien ke depannya. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian kolimasi pada perangkat digital radiography merek Canon di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pelamonia Makassar sebagai pengujian lanjutan terhadap ketepatan ukuran luas lapangan penyinaran.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk menilai kesesuaian kolimasi pada perangkat *digital radiography* (DR), khususnya dalam mengukur ketepatan area penyinaran yang dihasilkan. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pelamonia Makassar, terhitung sejak April hingga Mei tahun 2025. Populasi penelitian mencakup seluruh unit perangkat DR yang tersedia dan beroperasi di rumah sakit tersebut. Pemilihan sampel dilakukan secara purposif, yaitu memilih satu unit DR merek Canon yang aktif digunakan dalam pelayanan radiologi dan sudah lebih setahun belum diuji kolimasi sejak tahun 2023.

Pengambilan data dilakukan melalui uji langsung di lapangan menggunakan *collimator test tool* merek Sun Nuclear/Gammex (PEO) Model 161B + 162A, dengan pola pengujian berbentuk persegi ukuran 18×14 cm. Selain itu juga digunakan peralatan seperti *beam test tool* berbentuk silinder transparan (diameter 6 cm, tinggi 12,5 cm), *waterpass*, pita ukur (metlin), dan komputer untuk akuisisi serta penilaian citra hasil eksposur.

Untuk menjamin konsistensi data, dilakukan tiga kali penyinaran (eksposur) menggunakan parameter teknis yang sama, yakni tegangan 60 kV dan arus 4 mAs. Penetapan satu nilai jarak fokus-film (FFD) sebesar 100 cm dalam penelitian ini didasarkan pada standar praktik radiografi diagnostik serta acuan dari Peraturan Kepala BAPETEN No. 2 Tahun 2022. Penggunaan FFD tunggal bertujuan untuk menjaga konsistensi kondisi teknis selama pengujian, meminimalkan variabel luar yang dapat memengaruhi hasil, serta merepresentasikan kondisi klinis yang umum digunakan. Penelitian oleh Suandayani et al. (2022) mendukung pendekatan ini, di mana pengujian kolimasi dilakukan pada FFD 100 cm tanpa variasi jarak, dan hasilnya menunjukkan deviasi tetap berada dalam batas toleransi regulasi, dengan setiap pengujian diulang sebanyak tiga kali untuk menguji konsistensi hasil.

Hal serupa ditemukan juga dalam studi Marcellino et al. (2025), yang menguji berbagai FFD dan mendapati bahwa FFD 100 cm memberikan deviasi kolimasi paling minimal. Setiap jarak diuji dengan tiga kali eksposur untuk memperoleh data yang reliabel, dan pada FFD 100 cm, hasilnya paling konsisten dan sesuai batas toleransi deviasi ($\leq 2\%$ per sumbu dan $\leq 3\%$ total). Oleh karena itu,

penggunaan FFD dan faktor eksposi yang tetap, disertai tiga kali pengulangan eksposur, bukanlah bentuk penyederhanaan metodologi, melainkan strategi ilmiah untuk menjaga validitas dan reliabilitas data dalam evaluasi sistem kolimasi.

Data yang diperoleh dari hasil eksposur dianalisis dengan mengukur selisih antara proyeksi cahaya pandu kolimator dan berkas sinar-X pada sisi vertikal maupun horizontal. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan batas toleransi yang ditetapkan oleh regulasi, yakni maksimal 2% dari FFD pada masing-masing sumbu, dan maksimal 3% untuk total deviasi gabungan. Seluruh hasil dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel serta deskripsi naratif guna mempermudah proses interpretasi dan penarikan kesimpulan.

HASIL PENELITIAN

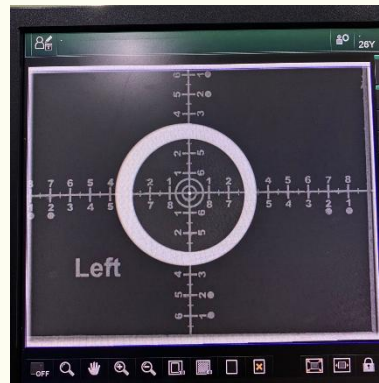
Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pelamonia Makassar pada bulan April hingga Mei 2025 dengan objek berupa perangkat *digital radiography* yang digunakan dalam pelayanan radiologi diagnostik. Uji kesesuaian kolimasi dilakukan terhadap satu unit perangkat *digital radiography* yang berfungsi baik, dengan melakukan penyinaran menggunakan *collimator test tool* berukuran 18×14 cm pada jarak fokus-film 100 cm. Setiap uji dilakukan sebanyak tiga kali untuk memastikan keakuratan dan konsistensi hasil. Karakteristik perangkat yang diuji meliputi jenis DR stasioner dengan fitur kolimator manual, detektor panel datar, serta sistem akuisisi citra terintegrasi.



Gambar 1 Hasil gambaran radiograf pengujian I

Tabel 1. Hasil pengujian 1

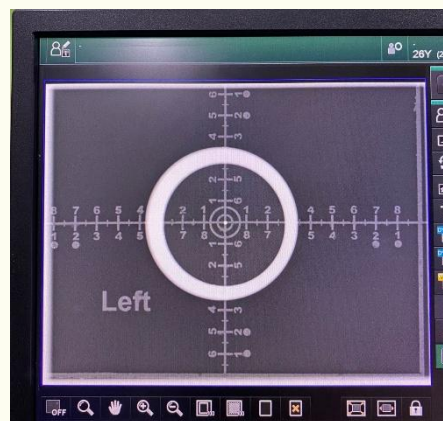
Titik Ukur	Selisih Lap. Sinar-x (cm)	ΔX dan ΔY (%SID)	$\Delta X + \Delta Y$ (%SID)	Nilai Lolos Uji
X1	0,1	0,2	0,3	$\Delta X \leq 2\%$ SID
X2	0,1			$\Delta Y \leq 2\%$ SID
Y1	0	0,1		$\Delta X + \Delta Y \leq 3\%$ SID
Y2	0,1			



Gambar 2 Hasil gambaran radiograf pengujian II

Tabel 2. Hasil pengujian 2

Titik Ukur	Selisih Lap. Sinar-x (cm)	ΔX dan ΔY (%SID)	$\Delta X + \Delta Y$ (%SID)	Nilai Lolos Uji
X1	0,1	0,2	0,3	$\Delta X \leq 2\% \text{ SID}$
X2	0,1			$\Delta Y \leq 2\% \text{ SID}$
Y1	0	0,1		$\Delta X + \Delta Y \leq 3\% \text{ SID}$
Y2	0,1			



Gambar 3 Hasil gambaran radiograf pengujian III

Tabel 3. Hasil pengujian 3

Titik Ukur	Selisih Lap. Sinar-x (cm)	ΔX dan ΔY (%SID)	$\Delta X + \Delta Y$ (%SID)	Nilai Lolos Uji
X1	0,1	0,2	0,3	$\Delta X \leq 2\% \text{ SID}$
X2	0,1			$\Delta Y \leq 2\% \text{ SID}$
Y1	0	0,1		$\Delta X + \Delta Y \leq 3\% \text{ SID}$
Y2	0,1			

PEMBAHASAN

Penelitian ini memperlihatkan bahwa perangkat *digital radiography* yang diuji mampu menjaga deviasi kolimasi tetap dalam batas aman, dengan nilai deviasi horizontal 0,2% dan vertikal 0,1% pada seluruh pengujian yang dilakukan (Manik, Hariyanto, & Abdullah, 2021). Hasil ini terlihat konsisten sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1, 2, dan 3 yang menunjukkan bahwa kolimator bekerja optimal dalam membatasi area penyinaran. Kondisi ini sesuai dengan teori bahwa deviasi kolimasi di bawah 2% per sumbu dan di bawah 3% secara total diperlukan untuk menghindari paparan radiasi pada area di luar target diagnostik (BAPETEN, 2022). Perangkat yang diuji menunjukkan performa yang stabil pada setiap uji coba, sehingga mendukung upaya peningkatan keselamatan pasien dan mutu citra radiografi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Andriani dan Tsania (2024) yang menunjukkan bahwa deviasi kolimasi $\leq 2\%$ pada perangkat DR mendukung pencapaian kualitas citra yang baik tanpa peningkatan dosis radiasi yang tidak perlu. Dukungan hasil serupa juga disampaikan oleh Nisa et al. (2023), yang menekankan bahwa kesesuaian kolimasi sangat berperan dalam efektivitas program kendali mutu pada instalasi radiologi. Keberhasilan perangkat dalam mempertahankan deviasi rendah pada tiga kali pengujian juga menunjukkan bahwa alat ini memiliki keandalan tinggi dan mampu menjaga performa sesuai standar meskipun digunakan secara rutin. Hasil tersebut diperkuat oleh studi dari Muzdalifah, Dahjono, dan Sudarsih (2017) yang menunjukkan bahwa pengujian kolimasi dengan FFD tetap pada alat DR di RSUD Batang menghasilkan deviasi yang masih dalam ambang toleransi. Penelitian Utami, Suraningsih, dan Andriani (2018) juga menunjukkan bahwa dengan metode pengujian menggunakan kawat "L", deviasi dapat dikendalikan di bawah 2,5%. Selain itu, Isnaeni et al. (2025) dalam pengujian reproducibility X-ray mobile menekankan pentingnya pengulangan eksposi untuk menilai keandalan kolimator. Hal ini turut didukung oleh studi Marcellino, Rachmat, dan Lestari (2025) yang mengkaji pengaruh FFD terhadap deviasi kolimasi, serta penelitian Suandayani, Fitriani, dan Wulandari (2022) yang menguji kesesuaian kolimasi dengan FFD tetap dan menunjukkan hasil stabil.

Berbeda dengan penelitian di beberapa rumah sakit lain yang menemukan deviasi melebihi 2% akibat faktor usia alat dan kurangnya kalibrasi berkala (Salsabila Nazwa, 2024), hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat di Rumah Sakit Pelamonia Makassar masih terjaga baik. Hal ini memperkuat pentingnya perawatan berkala dan kalibrasi rutin dalam mendukung keselamatan pasien. Dengan angka deviasi yang konsisten rendah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1,2 dan 3, penelitian ini menegaskan bahwa kolimasi perangkat *digital radiography* di lokasi penelitian layak digunakan dalam praktik klinis dan sesuai standar keselamatan nasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat *digital radiography* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pelamonia Makassar memiliki tingkat kesesuaian kolimasi yang baik, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 2 Tahun 2022. Oleh karena itu, perangkat *digital radiography* yang diuji dinyatakan layak digunakan dalam praktik klinis karena mampu mendukung keselamatan pasien serta menghasilkan kualitas citra radiografi yang optimal. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar rumah sakit tetap menjalankan uji kesesuaian kolimasi secara berkala sebagai bagian dari program kendali mutu untuk memastikan bahwa performa perangkat tetap terjaga, efisien, dan aman digunakan dalam jangka panjang. Selain itu, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melibatkan lebih banyak unit perangkat *digital radiography*, menerapkan variasi ukuran bidang penyinaran, serta membandingkan hasilnya dengan modalitas pencitraan lainnya guna memperoleh data yang lebih komprehensif dan bermanfaat dalam penguatan sistem kendali mutu radiologi diagnostik.

DAFTAR PUSTAKA

- AAPM Task Group 150. (2015). Acceptance testing and annual physics survey recommendations for digital radiography imaging systems (AAPM Report No. 150). American Association of Physicists in Medicine. https://www.aapm.org/pubs/reports/TG-150_final.pdf
- Andriani, I., & Tsania, N. P. (2024). Pengujian kolimator di instalasi radiologi RSUD QIM Batang. Jurnal LONTARA Radiologi Indonesia, 5(1), 45–52. <https://doi.org/10.35580/lontara.v5i1.4567>
- Anif, C., Suraningsih, N., & Budiwati, T. (2021). Analisis pengulangan citra digital dengan menggunakan digital radiography di instalasi radiologi rumah sakit Panti Waluyo Surakarta. Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat, 5(2), 101–108.
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2022). Peraturan Kepala BAPETEN No. 2 Tahun 2022 tentang keselamatan pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional. Jakarta, Indonesia: BAPETEN.
- Isnaeni, N., Amelia, S. K., Ichzan, M., Jumardin, J., Nurrahmi, S., Agus, J., & Isradianti, D. F. (2025). Uji kesesuaian kinerja dan reproducibility akurasi tegangan tabung pesawat sinar-X di Balai Pengamanan Alat Fasilitas Kesehatan Makassar. JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya.
- Liu, J., & Kim, J. H. (2022). A novel sub-pixel-shift-based high-resolution X-ray flat panel detector. Coatings, 12(7), 987. <https://doi.org/10.3390/coatings12070987>
- Manik, S. H., Hariyanto, H., & Abdullah, A. (2021). Uji kesesuaian cahaya kolimator dengan berkas sinar X pada pesawat sinar X digital radiography di Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara. Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia, 1(4), 378–384. <https://cerdika.publikasiindonesia.id/index.php/cerdika/article/view/100>
- Marcellino, N., Rachmat, A., & Lestari, D. (2025). Pengaruh FFD terhadap nilai uji kolimasi pada kolimator pesawat sinar-X stasioner. Jurnal Kesehatan PDDI, 10(1). <https://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj/article/view/28903>

- Meditory, S., Artitin, C., Nisa, C., Sari, O. P., & Anjarwati, N. (2024). Uji kesamaan berkas kolimator dengan variasi jarak FFD pada pesawat sinar-X. *Jurnal Syedza Saintika*, 6(2), 233–240. <https://doi.org/10.33104/jss.v6i2.543>
- Mukmin, A. (2024). Studi pengulangan citra digital pada modalitas digital radiography di instalasi radiologi RSUD Wonosari. *Prosiding Seminar Nasional LPPM Universitas Aisyiyah Yogyakarta*, 2, 1595–1600.
- Muzdalifah, S., Dahjono, J., & Sudarsih, K. (2017). Pengujian kolimator pada pesawat sinar-X di instalasi radiologi RSUD Batang. *RadX: Jurnal Ilmiah Radiologi*, 2(2).
- Nisa, C., Saputro, U. H., Putra, N. P., & Annazifa, S. (2023). Uji kesamaan berkas cahaya kolimator pesawat sinar-X. *Jurnal Radiologi Indonesia*, 4(3), 205–212.
- Salsabila, N. (2024). Uji kesesuaian lapangan kolimator pada pesawat sinar-X konvensional di instalasi radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru. *Tugas Akhir D3 Radiologi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sari, K., & Surahmi, N. (2022). Sistem kerja penangkap sinar-X pada pesawat computed radiography di RSUD Teuku Umar Calang dan sistem kerja penangkap sinar-X pada pesawat digital radiography di RSUD Datu Beru Takengon. *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 7(1), 33–40.
- Seeram, E., Davidson, R., Bushong, S., & Swan, H. (2014). Image quality assessment tools for radiation dose optimization in digital radiography: An overview. *Radiologic Technology*, 85(5), 437–450.
- Suandayani, S., Fitriani, R., & Wulandari, N. (2022). Quality control of X-rays with collimator and beam alignment test tool at fixed FFD. *International Journal of Physical Sciences and Engineering*, 6(3), 45–50. <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijpse/article/view/468>
- Utami, A. P., Suraningsih, N., & Andriani, I. (2018). Pengujian kolimator menggunakan metode kawat “L” pada pesawat Hitachi tipe ZU-L3TY di Instalasi Radiologi RS Permata Medika Semarang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*.