

Uji Cela (Shutter) Kolimator Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru

Zalia Fitri^{*1}, Aulia Annisa², Sri Ayu Indrapuri³

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Awal Bros¹

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Awal Bros²

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Awal Bros³

*e-mail: zaliafitri07@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan sinar-X dalam radiologi membantu diagnosis, namun berisiko jika tidak dikendalikan dengan baik. Kolimator berfungsi membatasi area radiasi melalui celah (shutter). Ketidakteraturan frekuensi pengujian celah (shutter) dapat menyebabkan kebocoran radiasi. Pesawat sinar-X mobile di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru belum dilakukan pengujian celah kolimator secara berkala sesuai standar. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi celah kolimator pada pesawat sinar-X mobile di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasional. Pengujian dilakukan melalui tiga kali eksposi dengan pengaturan shutter berbeda, menggunakan kaset dan sistem Computed Radiography (CR). Hasil citra dianalisis menggunakan perangkat lunak untuk mengukur densitas dan dibandingkan dengan standar KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009. Hasil pengujian celah shutter menunjukkan adanya peningkatan densitas pada area yang seharusnya tidak terkena paparan, dengan nilai melebihi batas densitas kaset tanpa radiasi. Rata-rata nilai pada tiga kali pengujian mengindikasikan adanya kebocoran radiasi pada celah (shutter) kolimator, baik di sisi transversal maupun longitudinal. Berdasarkan standar KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009, kolimator dinyatakan belum efisien karena masih terdapat indikasi penghitaman akibat paparan radiasi.

Kata kunci : Uji; Shutter; Kolimator; Pesawat; Densitas

ABSTRACT

The use of X-rays in radiology aids diagnosis, but is risky if not properly controlled. The collimator serves to limit the radiation area through the shutter. Irregularity in the frequency of shutter testing can cause radiation leakage. The mobile X-ray aircraft in the Radiology Installation of RSIA Zainab Pekanbaru has not been tested periodically for collimator gaps according to standards. This study aims to evaluate the collimator gap on mobile X-ray aircraft at the Radiology Installation of RSIA Zainab Pekanbaru. This research uses descriptive quantitative method with observational approach. Testing was done through three exposures with different shutter settings, using cassettes and Computed Radiography (CR) systems. The image results were analyzed using software to measure density and compared with the KEMENKES RI No. 1250 Year 2009 standard. The test results showed an increase in density in areas that should not be exposed, with values exceeding the density limit of tapes without radiation. The average value in the three tests indicated radiation leakage at the collimator shutter, both on the transverse and longitudinal sides. Based on the standard of KEMENKES RI No. 1250 Year 2009, the collimator is declared inefficient because there are still indications of blackening due to radiation exposure.

Keywords : Test; Shutter; Collimator; Plane; Density

PENDAHULUAN

Radiasi masih jarang dipahami oleh masyarakat, yang umumnya hanya mengenal radiasi dari matahari dan manfaatnya, seperti sinar-X dalam dunia medis. Kesehatan merupakan aspek penting bagi manusia, dan seiring perkembangan teknologi, peralatan medis terus berkembang untuk meningkatkan layanan di rumah sakit. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah radiasi pengion dalam bidang radiologi, yang berfungsi menghasilkan gambaran anatomi tubuh guna membantu diagnosis penyakit. Sinar-X, sebagai salah satu bentuk radiasi pengion, memiliki panjang gelombang sangat pendek (10^{-8} hingga 10^{-11} meter) dan energi tinggi, sehingga mampu menembus berbagai zat. Meski bermanfaat, penggunaannya harus dikendalikan untuk memastikan keamanan pasien dan tenaga medis (Rahmayani et al., 2020)

Sinar-X memberikan banyak manfaat, tetapi penggunaannya juga dapat membawa risiko terhadap kesehatan. Risiko dari paparan radiasi ini tidak hanya mengancam pasien dan tenaga medis, tetapi juga para pengunjung rumah sakit. Jika tubuh terpapar radiasi, dampaknya bisa muncul dalam waktu singkat maupun jangka panjang. Dampak biologis akibat radiasi dapat muncul pada manusia yang mengalami paparan secara langsung (dikenal sebagai efek somatik) maupun dapat berdampak pada keturunannya (efek genetik). Efek somatik terbagi menjadi dua jenis, yaitu efek deterministik dan efek stokastik. Sementara itu, semua efek genetik bersifat stokastik (Nugraheni et al., 2022)

Efek deterministik mengacu pada dampak kesehatan yang pasti terjadi ketika seseorang menerima dosis radiasi yang tinggi. Contohnya adalah munculnya kemerahan pada kulit dan perkembangan katarak. Sebaliknya, efek stokastik adalah efek yang kemungkinan dapat terjadi, bahkan ketika dosis radiasi yang diterima masih dalam batas aman yang direkomendasikan. Efek ini dapat berupa kanker akibat kerusakan sel (efek somatik) atau kelainan genetik yang berdampak pada keturunan (Nugraheni et al., 2022)

Perkembangan teknologi pencitraan medis secara global terus meningkat dengan inovasi pengendalian radiasi yang lebih aman dan efisien. IAEA dan WHO telah menetapkan standar keselamatan radiasi untuk mengurangi risiko paparan bagi pasien dan tenaga medis. Di Indonesia, penggunaan pesawat sinar-X diatur oleh Kementerian Kesehatan (Kemenkes) dan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), yang mewajibkan penerapan kendali mutu guna menjaga keselamatan dan kualitas pencitraan medis. Untuk memenuhi standar ini, diperlukan perangkat yang dapat mengendalikan paparan sinar-X secara optimal, salah satunya adalah pesawat sinar-X, yang berperan penting dalam prosedur diagnostik di fasilitas kesehatan.

Berdasarkan PERKA BAPETEN Tahun 2011, mengenai Keselamatan Radiasi dalam penggunaan pesawat sinar-X untuk radiologi diagnostik dan interventional, pesawat sinar-X harus dilengkapi dengan beberapa komponen utama. Komponen tersebut mencakup tabung sinar-X, pembangkit daya tinggi, panel kontrol, serta sistem perangkat lunak. Selain itu, diperlukan juga peralatan pendukung, yang setidaknya terdiri dari tiang penyangga tabung, kolimator, dan alat pengukur tegangan.

Berdasarkan PERKA BAPETEN Tahun 2014, Kolimator adalah salah satu komponen dalam pesawat sinar-X yang berfungsi untuk mengontrol luas area paparan radiasi. Perangkat ini dilengkapi dengan dua penutup berkas sinar-X, yang disebut shutter, dan terbuat dari timbal. Shutter tersebut dipasang pada jarak sekitar 8–18 cm di bawah tabung sinar-X dan terbagi menjadi dua jenis, yaitu shutter transversal dan shutter longitudinal, masing-masing memiliki kontrol pengaturannya sendiri. Dengan desain ini, kolimator dapat disesuaikan untuk menghasilkan area pencahayaan dengan ukuran yang bervariasi sesuai kebutuhan, sehingga meningkatkan efisiensi serta keselamatan dalam penggunaan sinar-X. Untuk memastikan kinerjanya tetap optimal, perawatan kolimator dilakukan dengan pemeriksaan kondisi fisiknya secara berkala melalui program kendali mutu (Nisa et al., 2023)

Program jaminan mutu merupakan bagian dari kendali mutu yang bertujuan untuk memastikan kualitas layanan kesehatan melalui proses pengumpulan serta evaluasi data secara sistematis. Program ini mencakup berbagai aspek, seperti pemantauan, pemeliharaan peralatan, dan pengelolaan sistem radiologi. Kendali mutu dirancang agar seluruh peralatan yang digunakan tetap berfungsi dengan baik sehingga dapat menghasilkan gambar dengan kualitas optimal. Proses ini dimulai dengan pemeriksaan peralatan sinar-X yang digunakan dalam pembentukan gambar, kemudian dilanjutkan dengan evaluasi rutin terhadap peralatan pengolahan gambar guna menjaga akurasi dan konsistensi hasil yang diperoleh (Sudarsih et al., 2019)

Pengujian dalam program kendali mutu pada pesawat sinar-X mencakup berbagai aspek, termasuk pemeriksaan tabung kolimasi, tabung sinar-X, generator pesawat sinar-X, serta sistem kontrol eksposur otomatis (Automatic Exposure Control). Pada pengujian tabung kolimasi, dilakukan evaluasi terhadap iluminasi lampu kolimator, pemeriksaan berkas cahaya yang dihasilkan, pengecekan kesesuaian berkas cahaya, serta pengujian efisiensi celah (shutter) kolimator (PERMENKES, 2009)

Agar tabung kolimasi tetap berfungsi optimal, diperlukan perawatan secara berkala. Sesuai dengan keputusan Kementerian Kesehatan, tentang pengujian celah (shutter) kolimator harus dilakukan setiap enam bulan sekali atau setelah dilakukan perbaikan serta perawatan pada kolimator. Dalam proses pengujian ini, shutter harus tertutup sepenuhnya untuk memastikan tidak ada radiasi yang mencapai film. Pengujian ini memiliki peran penting dalam menjamin keselamatan radiasi, terutama saat pembuangan muatan kapasitor pada unit mobile atau ketika pesawat sinar-X dipanaskan melalui eksposur. Dengan demikian, penerapan kendali mutu yang baik akan memastikan keakuratan serta keselamatan dalam penggunaan pesawat sinar-X (PERMENKES, 2009)

Berdasarkan observasi peneliti tentang pesawat sinar-x mobile di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru dengan merk Allengers memiliki surat izin alat pada tahun 2014. Pesawat sinar-X tersebut telah dilakukan kalibrasi pada Bulan Oktober 2024 namun tidak termasuk kedalam pengujian celah (shutter) kolimator. Adapun frekuensi

pengujian celah (shutter) kolimator menurut Keputusan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2009, dilakukan setiap enam bulan sekali atau setelah dilakukan perbaikan serta perawatan pada kolimator. Jika pengujian celah (shutter) kolimator tidak dilakukan dalam waktu yang lama, dapat menyebabkan risiko kebocoran radiasi serta menghambat upaya dalam menjaga keselamatan radiasi, terutama saat pembuangan muatan kapasitor pada unit mobile atau ketika pesawat sinar-X dipanaskan melalui eksposur. Unit sinar-X mobile bermerek Allengers yang digunakan di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru berfungsi untuk menunjang pelayanan radiologi, dengan jumlah pasien yang diperiksa setiap harinya berkisar antara 7 hingga 10 orang. Berdasarkan kondisi tersebut, peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul berikut “Uji Celah (Shutter) Kolimator Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru”.

METODE PENELITIAN

Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasional. Pendekatan kuantitatif dikenal sebagai metode tradisional karena telah lama digunakan dalam berbagai penelitian. Dalam penelitian ini, metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menyajikan data secara apa adanya, dengan fokus pada pemaparan hasil tanpa melakukan generalisasi. Data yang diperoleh disajikan dan dikumpulkan dalam bentuk angka (Amruddin et al., 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai keberadaan kebocoran pada kolimator alat sinar-X mobile yang digunakan di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru. Data dikumpulkan melalui observasi langsung di lokasi serta melalui pengujian terhadap celah (shutter) pada kolimator. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut kemudian dianalisis menggunakan aplikasi pengolahan citra, menghasilkan output berupa nilai numerik. Hasil analisis ini selanjutnya dideskripsikan secara faktual berdasarkan temuan lapangan dan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh KEMENKES RI No.1250 Tahun 2009.

Penelitian ini akan dilakukan di Instalasi Radiologi RSI Zainab Pekanbaru yang beralamat di Jl. Ronggo Warsito No.1, Suka Maju, Kec. Sail, Kota Pekanbaru, Riau, Penelitian ini akan dilakukan pada bulan April 2025. Subjek utama dalam penelitian ini adalah unit sinar-X mobile yang digunakan di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran langsung saat pengujian celah (shutter) kolimator pada pesawat sinar-X mobile merek Allengers. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali eksposi dengan pengaturan sisi shutter yang berbeda, menggunakan satu kaset yang kemudian diproses melalui sistem Computed Radiography (CR). Citra radiografi digital yang dihasilkan disimpan dalam format DICOM dan disalin ke dalam flashdisk untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan perangkat lunak pengolahan citra guna menghitung nilai densitas. Seluruh hasil pengujian kolimator didokumentasikan dan dicatat oleh peneliti di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru.

Pada analisis data Prosedur pengujian kolimator dijelaskan dan dinarasikan sesuai dengan standar yang tercantum dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1250 Tahun 2009.

Kolimasi dinyatakan memenuhi syarat apabila hasil uji celah (shutter) kolimator menunjukkan bahwa tidak terdapat penghitaman pada kaset akibat paparan sinar-X, sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009. Jika hasil pengujian pada kaset menunjukkan area yang menghitam, dilakukan pengukuran densitas menggunakan aplikasi pengolahan citra dan hasil yg didapatkan tidak melebihi nilai densitas kaset tanpa paparan. Apabila hasil uji celah (shutter) kolimator pada pesawat sinar-X ini melebihi nilai batas yang ditentukan, maka pesawat sinar-X harus dilakukan perbaikan atau dikalibrasi agar layak digunakan saat dilakukannya pemeriksaan kepada pasien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

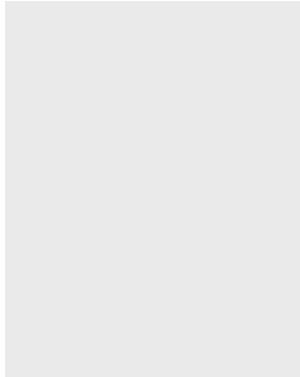
Telah dilakukan penelitian uji celah (shutter) kolimator pada pesawat sinar-X mobile di Rumah Sakit Ibu dan Anak Zainab Pekanbaru dilakukan dengan tiga kali pengujian. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan faktor eksposi yaitu tegangan tabung 80Kv 40mA mengacu pada pedoman kendali mutu peralatan radiodiagnostik sebagaimana tercantum dalam Keputusan Menteri Kesehatan

Republik Indonesia Nomor 1250 Tahun 2009. Hasil yang didapatkan dengan tiga kali pengujian pada kaset yang sama, tersebut sebagai berikut:

Hasil Radiograf Uji Celah (*Shutter*) Kolimator

Hasil Radiograf Kaset Kosong (Tanpa Eksposi)

Pada tahap awal, dilakukan pemindaian kaset tanpa diberikan paparan sinar-X untuk dijadikan acuan dasar. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan tidak terdapat perubahan visual seperti penghitaman atau bayangan yang disebabkan oleh faktor lain di luar radiasi, seperti kondisi kaset atau peralatan.

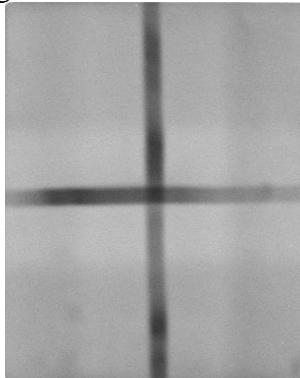


Gambar 1. Hasil radiograf kaset tanpa paparan radiasi

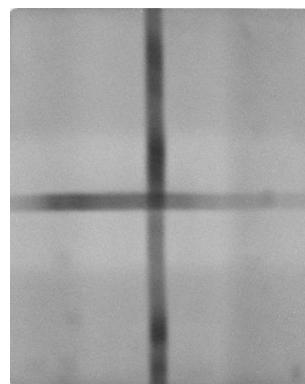
Hasil pemindaian menunjukkan bahwa film berada dalam keadaan normal dan bersih, tanpa perubahan warna. Dengan demikian, kaset dapat digunakan sebagai referensi untuk membedakan area yang nantinya menerima paparan radiasi dan yang tidak selama proses pengujian berlangsung.

Hasil Radiograf pada Pengujian Pertama, Kedua, dan Ketiga

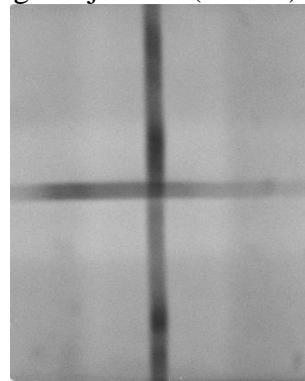
Berikut adalah hasil uji celah (*shutter*) kolimator yang dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pengujian telah dilakukan pada pesawat sinar-x mobile merk *Allengers*, dengan hasil yang diperoleh pada masing-masing pengujian adalah sebagai berikut.:



Gambar 2. Hasil gambaran radiograf uji celah (*shutter*) kolimator pada pengujian pertama.



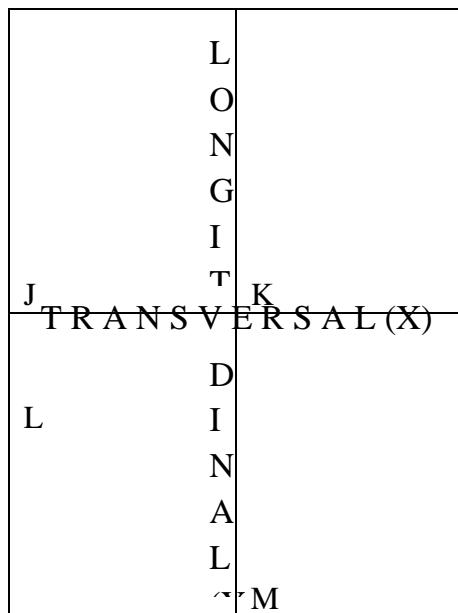
Gambar 3. Hasil gambaran radiograf uji celah (shutter) kolimator pada pengujian kedua.



Gambar 4. Hasil gambaran radiograf uji celah (shutter) kolimator pada pengujian ketiga.

Mengacu pada Gambar 2, 3, dan 4. yang merupakan hasil dari pengujian pertama, kedua, dan ketiga, terlihat adanya area yang mengalami penghitaman yang disebabkan oleh adanya paparan radiasi pada sisi celah *shutter* X maupun *shutter* Y kolimator. Adanya area gelap ini terjadi akibat kemungkinan ketidaksesuaian pada pengaturan celah (*shutter*) kolimator.

Hasil Pengukuran Uji Cela (Shutter) Kolimator



Gambar 5. Area Pengukuran Nilai Densitas

Pengujian cela (shutter) dilakukan pengukuran dengan menggunakan fitur *Rectangle* pada perangkat lunak pengolahan citra, dengan pengambilan data pengukuran pada area *transversal* (X) dan area *longitudinal* (Y) serta area-area yang telah dijelaskan pada gambar 5. Pada pengujian ini dilakukan dengan tiga kali pengujian. Setiap pengujian didapatkan hasil sebagai berikut:

Hasil Pengukuran Uji Cela (Shutter) Kolimator Pada Pengujian Pertama

Berikut tabel hasil rata-rata pengukuran pengujian cela (shutter) kolimator pada pengujian pertama:

Tabel 1. Hasil Rata-Rata Pengukuran Densitas pada Uji Cela (Shutter) Kolimator Pengujian Pertama dan Selisih Nilai Densitas dengan Kaset Tanpa Paparan

Area pengukuran	Pengujian Pertama	Kaset Tanpa Paparan	Selisih Hasil Kaset dengan Paparan dan Tanpa Paparan
Garis Transversal (X)	495.202	84	439.936
Garis Longitudinal (Y)	523.936	84	411.202
Area J	320.855	84	236.855
Area K	331.96	84	247.96

Area L	330.999	84	246.999
Area M	337.788	84	253.788

Uji celah (*shutter*) kolimator terhadap pesawat sinar-X mobile merk *Allengers*, pada saat pengujian terlihat berkas cahaya dari kolimator ketika shutter sisi transversal tertutup rapat dan sisi longitudinal dibuka sepenuhnya. Namun, cahaya tersebut tidak terlihat pada area kaset uji, sehingga ada kemungkinan bahwa cahaya yang tampak berasal dari sumber lain atau disebabkan oleh faktor lain. Hasil radiograf menunjukkan kebocoran pada sisi longitudinal maupun sisi transversal meskipun pengaturan penutupan penuh pada kedua sisi shutter telah dilakukan. Berdasarkan tabel 1. Pada hasil pengukuran dan rata-rata nilai uji celah kolimator menunjukkan intensitas kehitaman yang melebihi nilai densitas kaset tanpa paparan radiasi yang digunakan saat uji yaitu didapatkan selisih nilai densitasnya adalah 439.936 pada garis *transversal* (X) dan 411.202 pada garis *longitudinal* (Y). Serta selisih nilai densitas pada masing-masing area adalah sebagai berikut: area J adalah 236.855, area K sebesar 247.96, area L adalah 246.999, dan area M sebesar 253.788.

Hasil Pengukuran Uji Celah (*Shutter*) Kolimator Pada Pengujian Kedua

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Pengukuran Densitas pada Uji Celah (*Shutter*) Kolimator Pengujian Kedua dan Selisih Nilai Densitas dengan Kaset Tanpa Paparan

Area pengukuran	Pengujian Kedua	Kaset Tanpa Paparan	Selisih Hasil Kaset dengan Paparan dan Tanpa Paparan
Garis Transversal (X)	464.873	84	380.873
Garis Longitudinal (Y)	538.947	84	454.947
Area J	333.89	84	249.89
Area K	348.152	84	264.152
Area L	348.021	84	264.021
Area M	357.647	84	273.647

Berdasarkan tabel 2. Pada hasil pengukuran pengujian kedua dan rata-rata nilai uji celah kolimator menunjukkan intensitas kehitaman yang melebihi nilai densitas kaset tanpa paparan radiasi yang digunakan saat uji yaitu didapatkan selisih nilai densitasnya adalah 380.873 pada garis *transversal* (X) dan 454.947 pada garis *longitudinal* (Y). Serta selisih nilai densitas pada masing-masing area adalah sebagai berikut: area J adalah 249.89, area K sebesar 264.152, area L adalah 264.021, dan area M sebesar 273.647.

Hasil Pengukuran Uji Cela (Shutter) Kolimator Pada Pengujian Ketiga

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Pengukuran Densitas pada Uji Cela (Shutter) Kolimator Pengujian Ketiga dan Selisih Nilai Densitas dengan Kaset Tanpa Paparan

Area pengukuran	Pengujian Ketiga	Kaset Tanpa Paparan	Selisih Hasil Kaset dengan Paparan dan Tanpa Paparan
Garis Transversal (X)	452.756	84	368.756
Garis Longitudinal (Y)	550.877	84	466.877
Area J	324.155	84	240.155
Area K	345.134	84	261.134
Area L	348.036	84	264.036
Area M	363.773	84	279.773

Berdasarkan tabel 3. Pada hasil pengukuran pengujian ketiga dan rata-rata nilai uji cela kolimator menunjukkan intensitas kehitaman yang melebihi nilai densitas kaset tanpa paparan radiasi yang digunakan saat uji yaitu didapatkan selisih nilai densitasnya adalah 368.756 pada garis *transversal* (X) dan 466.877 pada garis *longitudinal* (Y). Serta selisih nilai densitas pada masing-masing area adalah sebagai berikut: area J adalah 240.155, area K sebesar 261.134, area L adalah 264.036, dan area M sebesar 279.773.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji cela (shutter) kolimator pada pesawat sinar-X mobile di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru, adapun pembahasannya sebagai berikut:

Pada hasil pengukuran dari tiga kali pengujian, ditemukan adanya peningkatan nilai densitas pada area-area yang seharusnya tidak terkena paparan radiasi. Nilai rata-rata densitas dasar (kaset tanpa paparan) adalah sebesar 84. Sedangkan hasil dari pengujian pertama, kedua, dan ketiga menunjukkan nilai densitas yang secara konsisten lebih tinggi dari nilai dasar tersebut, baik pada garis transversal (X), longitudinal (Y), maupun area-area spesifik (J, K, L, M). Nilai rata-rata densitas dari ketiga pengujian sebagai berikut: Pada garis transversal (X) 470.943, pada garis longitudinal (Y) 537.92, area uji J 326.3, area uji K 341.748, area uji L 342.352, dan area uji M 353.069. Serta nilai selisih tertinggi pada garis transversal (X) didapatkan pada pengujian pertama sebesar 411.202, dan nilai selisih tertinggi pada garis longitudinal (Y) didapatkan pada pengujian ketiga sebesar 466.877, dan pada area lainnya didapatkan nilai selisih dengan rentang 236.855 pada area J pengujian pertama dan 279.773 pada area M pengujian ketiga. Menurut Widya Pangesti tahun 2021, jika hasil penelitian menunjukkan adanya kehitaman yang melampaui batas densitas kaset tanpa paparan, maka dapat disimpulkan bahwa cela (shutter) mengalami kebocoran dan tidak berfungsi secara optimal.

Berdasarkan hasil pengujian cela (shutter) kolimator pada pesawat sinar-X mobile yang dilakukan di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru mengalami kebocoran radiasi yang tidak merata. Berdasarkan ketentuan PERMENKES tahun 2009, kolimasi dinyatakan memenuhi syarat apabila hasil uji cela (shutter) kolimator menunjukkan bahwa tidak terdapat penghitaman pada kaset akibat paparan sinar-X. Dari ketiga pengujian, hasil menunjukkan adanya paparan radiasi yang yang ditunjukkan dengan adanya penghitaman pada area kaset. Hal ini

mengindikasikan bahwa terdapat penyinaran tidak langsung yang tetap mencapai permukaan kaset, sehingga memunculkan peningkatan densitas citra.

Berdasarkan data hasil pengujian celah shutter, didapatkan bahwa sistem shutter pada kolimator pesawat sinar-X mobile merk Allengers berfungsi kurang baik dalam membatasi paparan sinar-X ke area yang telah ditentukan. Hal ini dibuktikan dengan adanya penghitaman pada area kaset uji, serta nilai densitas yang diperoleh melebihi densitas kaset tanpa paparan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa celah (shutter) kolimator mengalami kebocoran radiasi yang tidak merata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji celah (shutter) kolimator pada pesawat sinar-X mobile di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Hasil pengukuran dari tiga kali pengujian, ditemukan adanya peningkatan nilai densitas pada area-area yang seharusnya tidak terkena paparan radiasi dan melebihi nilai dasar kaset tanpa paparan. Nilai rata-rata densitas dari ketiga pengujian sebagai berikut: Pada garis transversal (X) 470.943, pada garis longitudinal (Y) 537.92, dan pada area uji (J,K,L,M) 340.867.

Dari seluruh hasil pengujian menunjukkan adanya paparan radiasi yang ditunjukkan dengan adanya penghitaman pada area kaset dan belum bisa dikatakan efisien. Mengacu pada ketentuan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1250 Tahun 2009, bahwa celah (shutter) dianggap berfungsi secara efisien apabila tidak terdapat indikasi kebocoran radiasi atau penghitaman pada film.

DAFTAR PUSTAKA

- Amruddin, Priyanda, R., Agustina, T. S., Ariantini, N. S., Rusmayani, N. G. A. L., Aslindar, D. A., Ningsih, K. P., Wulandari, S., Putranto, P., Yunianti, I., Untari, I., Mujiani, S., & Wicaksono, D. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. In *Sustainability* (Switzerland) (Vol. 11, Issue 1).
- Bisra, M., & Hulmansyah, D. (2024). *Komputerisasi Radiologi*.
- D Reskianto, A., Heryani, H., W. Widhianto, R., & C. Martania, A. (2023). *Implementasi Indonesian Dose Reference Level (I-DRL) Pada Optimasi Faktor Eksposi Mobile X-Ray Kapasitas 100 MA*. Prosiding Seminar Si-INTAN, 3(1), 70–75D Reskianto, A., Heryani, H., W. Widhianto, R.
- Faza Nurulita, S., Setia Budi, W., Hidayanto, E., & Nuraeni, N. (2023). Penentuan Keseragaman Respon Dan Faktor Koreksi TLD-100 (Lif:Mg,Ti) Terhadap Radiasi Sinar-X. Berkala Fisika, 26(1), 15–24.
- Firman, A., Wahyuni, L. S., & Mulyatno. (2020). Simulasi Alat Penghitung Heat Unit Pada Pesawat Sinar X Dengan Menggunakan Visual Basic. *Journal Hospital Technology And Mechatronics*, 1(2), 79–91.
- Jayanti, B. T. (2021). *Analisis Tingkat Pengetahuan Mahasiswa Kesehatan Mengenai Proteksi Radiasi Sinar-X Di Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*. 1–11.
- Kurniawati, A., Handoko, B. D., & Kurniawan, A. N. (2024). Pelatihan Penggunaan Cairan Klorin Untuk Menurunkan Angka Mikroorganisme Pada Kaset Radiografi. *Madani : Indonesian Journal Of Civil Society*, 6(1), 65–72.
- Luh Gede, P. S., Ratini, N. N., & Iffah, M. (2021). Pengaruh Variasi Tegangan Tabung Sinar-X Terhadap Signal To Noise Ratio (SNR) Dengan Penerapan Anode Heel Effect Menggunakan Stepwedge. *Buletin Fisika*, 22(1), 20–28.
- Marini, R., Santoso, S. B., Tomala, A., Setiawan, C., & Afritayanti, T. (2021). *Best Practice Keselamatan Radiasi Di Rumah Sakit Hermina Karawang*. 1–8.
- Nisa, C., Saputro, U. H., Putra, N. P., Dipnola, & Annazifa, S. (2023). Uji Kesamaan Berkas Cahaya Kolimator Pesawat Sinar-X. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(4), 6335–6340.
- Nugraheni, F., Anisah, F., & Susetyo, G. A. (2022). *Analisis Efek Radiasi Sinar-X Pada Tubuh Manusia*. Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya), 19–25.
- PERMENKES. (2009). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1250/MENKES/SK/XII/2009 Tentang Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik.
- Prabhu, S., Naveen, D. K., Bangera, S., & Subrahmanyam Bhat, B. (2020). Production Of X-RAYS Using X-RAY Tube. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1712(1).

- Prastanti, A. D., Abimanyu, B., & K, A. N. (2020). *Optimasi Citra CR Dan Limitasi Dosis Dengan Pengaturan Kolimasi Pada Radiograf Servikal*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
- Puji, A., Mahmud, N., Mahmudi, T., & Hidayat, E. V. (2019). *Analisis Efisiensi Cela (Shutter) Kolimator Tabung Sinar-X Di Tiga Instalasi Radiologi Lahan PKL Prodi D3 Radiologi UNISA Yogyakarta*.
- Rahmayani, R., Sahara, & Zelviani, S. (2020). Pengukuran Dan Analisis Dosis Proteksi Radiasi Sinar-X Di Unit Radiologi RS. Ibnu Sina Yw-Umi. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 7(1), 87–96.
- Ruello, G. (2023). *Exploration For Innovation Opportunities In Diagnostic Radiology Collimators*.
- Sari, A. W., Mayani, A. N., Putri, S. S., & Puspitaningtyas, D. A. (2024). *Uji Kesesuaian Radiografi Umum* (Pp. 1–62).
- Sudarsih, K., Rosidah, S., & Budiwati, T. (2019). *Pelaksanaan Program Kendali Mutu Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSI Sultan Agung Semarang*. Seminar Nasional Widya Husada 1, 3(2), 25–31.
- Sukmawati, C., Ariannto, F., & Hidayanto, E. (2022). Penentuan Dosis Serap Relatif Radiasi Sinar-X Pada Radiograf Thoraks Dengan Variassi Periode Pemeriksaan Kesehatan Menggunakan Aplikasi MNCPX. *Jurnal Berkala Fisika*, 25(1), 7–13.
- Utami, A. P., Anggriani, J., & Istiqomah, A. N. (2020). Perbedaan Densitas Dan Kontras Thorax Dengan Menggunakan Grid Dan Tanpa Grid. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 2(2), 121–131.
- Wardani, T. S., & Sudarti. (2022). Analisis Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember Terhadap Manfaat Serta Dampak Sinar-X Bagi Kesehatan. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 5(1), 1–11.
- Widya Pangesti, S., Rahmat, Y., & Handoko, B. (2021). Uji Efisiensi Cela (Shutter) Kolimator Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. *Medical Imaging And Radiation Protection Research (MIROR) Journal*, 1(1), 13–18.
- Wijaya, I. M., Nyoman, N., Prima, I., & Supriani, N. (2018). *Uji Efisiensi Cela (Shutter) Kolimator Pada Pesawat Sinar-X Mobile Merk Siemens Di Instalasi Radiologi Rsud Mangusada Kabupaten Badung*.