



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 1, No. 3c, Juli 2024

MISTER

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 1, No. 3c, Juli 2024

Pages: 1740-1744

Analisis Uji Kebocoran Pesawat Sinar-X *X-Ray Leakage Test Analysis*

Edelweisa Aulia Syahrani

Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia, BRIN, Yogyakarta, Indonesia

Article in Journal of MISTER

Available at	: https://jurnal-serambimekkah.org/index.php/mister/index
DOI	: https://doi.org/10.32672/mister.v1i3c.2082

How to Cite this Article

APA	: Syahrani, E. A. (2024). Analisis Uji Kebocoran Pesawat Sinar-X: X-Ray Leakage Test Analysis. <i>MISTER: Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research</i> , 1(3c), 1740 - 1744. https://doi.org/10.32672/mister.v1i3c.2082
Others Visit	: https://jurnal-serambimekkah.org/index.php/mister/index

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Analisis Uji Kebocoran Pesawat Sinar-X *X-Ray Leakage Test Analysis*

Edelweisa Aulia Syahrani

Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia, BRIN, Yogyakarta, Indonesia

*Email Korespondensi: edelweisaaulia@gmail.com

Diterima: 28-07-2024

| Disetujui: 29-07-2024

| Diterbitkan: 30-07-2024

ABSTRACT

One of the aspects in ensuring the safe operation of x-ray machines in the field of industrial radiography is safety verification. The safety verification of x-ray machines for industrial radiography can be performed through leakage testing. In this study, the leakage test of the x-ray machine was conducted using the direct dose measurement method in four different directions. From the calculation results, each dose rate in the lower, left, upper, and right directions are 0,124 mSv/hour; 0,326 mSv/hour; 0,0326 mSv/hour; and 0,627 mSv/hour. Thus, the x-ray machine used in this study was identified as reliable and not experiencing leakage because the dose rate values in all directions were less than 10 mSv/hour.

Keywords: X-Ray, Radiography, Leakage.

ABSTRAK

Salah satu aspek dalam menjamin keselamatan pengoperasian pesawat sinar-X pada bidang radiografi industri adalah verifikasi keselamatan. Verifikasi keselamatan pesawat sinar-X untuk radiografi industri dapat dilakukan melalui uji kebocoran. Pada penelitian ini, uji kebocoran pesawat sinar-X dilakukan menggunakan metode pengukuran dosis secara langsung terhadap 4 arah berbeda. Dari hasil perhitungan, diperoleh masing-masing laju dosis pada arah bawah, kiri, atas, dan kanan yaitu 0,124 mSv mSv/jam; 0,326 mSv/jam; 0,0326 mSv/jam; dan 0,627 mSv/jam. Dengan demikian, pesawat sinar-X yang digunakan pada penelitian ini teridentifikasi andal dan tidak mengalami kebocoran karena nilai laju dosis pada seluruh arah kurang dari 10 mSv/jam.

Katakunci: Pesawat Sinar-X, Radiografi, Kebocoran..

PENDAHULUAN

Teknologi nuklir telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya penggunaan pesawat sinar-X untuk kegiatan radiografi industri. Radiografi industri merupakan pemeriksaan struktur dan kualitas bahan tanpa merusaknya, atau dikenal dengan metode uji tak rusak (*Non Destructive Test*) yang menggunakan radiasi (Jumpeno, 2000). Dalam kegiatan radiografi industri, penggunaan pesawat sinar-X dimanfaatkan untuk memvisualisasikan struktur internal dari suatu material atau komponen uji.

Sinar-X merupakan jenis gelombang elektromagnetik yang sejenis mirip dengan gelombang radio, panas, cahaya, dan sinar ultraviolet, serta dapat menembus berbagai benda karena memiliki panjang gelombang yang sangat pendek (Fuadi & Jusli, 2022). Sinar-X dihasilkan oleh generator yang disebut tabung sinar-X, yang berfungsi untuk menghasilkan, mempercepat, dan pada akhirnya menumbukkan elektron bebas pada suatu target (Trikasjono et al., 2009). Terdapat tiga komponen utama yang diperlukan untuk menghasilkan sinar-X yaitu sumber elektron, catu daya tegangan tinggi dan target (BATAN, 2006). Proses terbentuknya sinar-X di dalam tabung sinar-X adalah sebagai berikut (Nasitoh et al., 2015):

1. Ketika arus yang cukup besar mengalir melalui filamen, maka elektron akan dilepaskan.
2. Beda potensial yang tinggi antara katoda dan anoda mengakibatkan percepatan elektron.
3. Elektron difokuskan menuju ke target (anoda) dan berhenti segera setelah menumbuk target.
4. Energi kinetik elektron diubah menjadi panas dan sinar-X

Penggunaan radiasi pengion dalam bentuk sinar-X tidak hanya memberikan manfaat bagi dunia industri, namun juga dapat memberikan dampak negatif terhadap pekerja, lingkungan, dan masyarakat. Sinar-X termasuk dalam kategori radiasi pengion yang dapat berinteraksi sel biologi dan dapat menimbulkan efek negatif pada sel tersebut (Trikasjono et al., 2009). Verifikasi keselamatan dalam penggunaan pesawat sinar-X merupakan aspek yang sangat penting dalam mengendalikan kemungkinan efek radiasi. Oleh karena itu, pemantauan kebocoran radiasi perlu dilakukan untuk memastikan bahwa tingkat kebocoran pesawat sinar-X tidak melewati batas yang diperbolehkan (Tulisna et al., 2006).

Verifikasi keselamatan saat menggunakan pesawat sinar-X dilakukan dengan uji kebocoran yang dilakukan setiap enam bulan sekali (*Peraturan Kepala Badan pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri*, n.d.). Kriteria bocor rumah tabung pesawat sinar-X berdasar *National Committee Radiation Protection (NCRP)* dibagi menjadi 2 kategori, yaitu medis dan non medis. Radiografi industri termasuk dalam kategori non medis (Tulisna et al., 2006). Berdasarkan Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri, kebocoran radiasi pada tabung tidak boleh melebihi 10 mSv/jam pada jarak 1 meter dengan kondisi tegangan kerja dan arus maksimal. Untuk mengetahui besarnya kebocoran radiasi dari tabung pesawat sinar-X, laju dosis radiasi diukur pada jarak 1 meter dari *focal spot*. Ketika dilakukan pengukuran, jendela tabung ditutup menggunakan penutupnya atau bahan yang tebal dan jenisnya sama dengan rumah tabung dan diambil nilai rata-ratanya pada area seluas 100 cm². Laju paparan radiasi diukur menggunakan surveymeter, idealnya yang mampu mengukur paparan radiasi secara kumulatif selama periode waktu tertentu. Pengukuran dilakukan pada tegangan dan arus operasi maksimum dan biasanya memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, durasi pengoperasian pesawat sinar-X harus disesuaikan dengan kemampuan sistem pendinginnya untuk menghindari kerusakan pada tabung pesawat sinar-X (Mulyono, 2022).

METODE PENELITIAN

Peralatan

Alat yang digunakan pada percobaan ini adalah pesawat sinar-X, monitor perorangan (*film badge* dan dosimeter saku), surveymeter, penutup jendela rumah tabung pesawat sinar-X, serta tanda radiasi dan tali kuning.

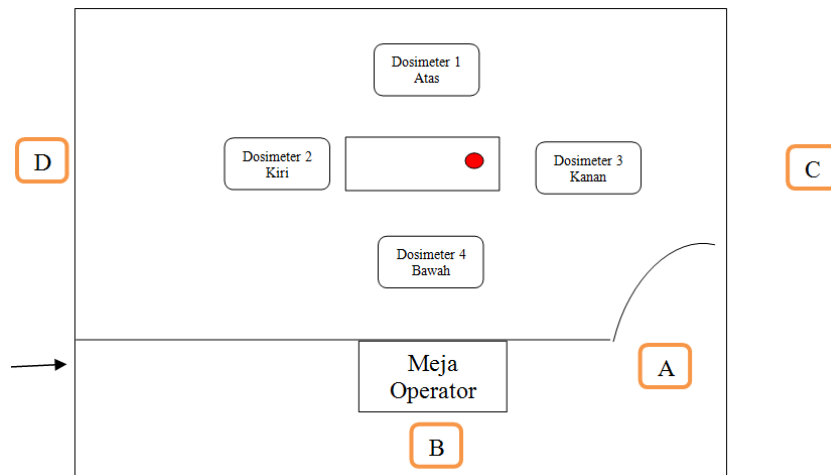
Tahapan Kerja

1. Persiapan

Monitor perorangan berupa dosimeter saku disiapkan, penunjukan awal dosimeter tersebut dibaca dan dicatat. Dilakukan pemeriksaan surveymeter yang akan digunakan untuk mengukur kebocoran pesawat sinar-X, meliputi sertifikat kalibrasi, baterai, respon, dan skalanya. Surveymeter (mini dosimeter) tersebut diatur pada mode "dose", serta tali kuning dan tanda radiasi dipasang di sekitar lokasi pengujian.

2. Pelaksanaan

Jendela pesawat sinar-X ditutup, pesawat sinar-X dan lampu tanda radiasi dinyalakan. Proses *aging* pada pesawat sinar-X dilakukan sesuai prosedur hingga kV maksimum. Surveymeter (mini dosimeter) diletakkan pada jarak 1 meter dari *focal spot*. Tegangan dan arus pengoperasian pesawat sinar-X diatur ke nilai maksimum, serta waktu penyinaran diatur menjadi 1 menit. Pada saat mengoperasikan pesawat sinar-X, pemeriksaan radiasi dilakukan pada empat posisi yang telah ditentukan, yaitu depan pintu ruang penyinaran, tempat operator/panel kontrol, sisi kanan ruang penyinaran, dan sisi kiri ruang penyinaran. Surveymeter (mini dosimeter) diambil dan penunjukannya dibaca serta dicatat sebagai data. Langkah-langkah ini dilakukan pada minimal empat titik pengambilan data.

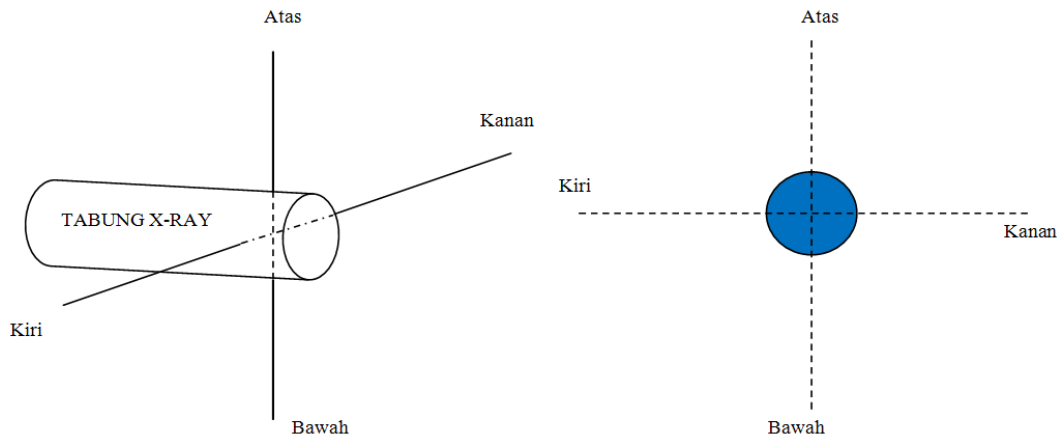


Gambar 1. Denah Lokasi pengukuran laju dosis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan uji kebocoran pesawat sinar-X yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kebocoran radiasi yang terjadi. Sebelum pesawat sinar-X dioperasikan, beberapa parameter seperti tegangan (kV), arus (mA), dan waktu paparan perlu diatur untuk mengurangi radiasi hambur. Peningkatan arus tabung per waktu (mAs) akan mengakibatkan jumlah elektron yang dihasilkan meningkat. Hal tersebut berkaitan dengan banyaknya atau intensitas sinar-X yang dihasilkan.

Prinsip kerja pesawat sinar-X melibatkan percepatan elektron akibat beda potensial tinggi antara katoda dan anoda, aliran elektron tersebut terfokus ke target (anoda) dan berhenti segera setelah menumbuk target. Energi kinetik elektron kemudian diubah menjadi panas dan menghasilkan sinar-X dari tabung pesawat sinar-X. Dalam penggunaannya, setiap pesawat sinar-X harus melalui uji kebocoran yang dibuktikan dengan sertifikasi. Pengujian tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa pesawat sinar-X tersebut dalam kondisi yang baik dan aman untuk digunakan.



Gambar 2. Dimensi pengukuran laju dosis

Sebelum pengujian kebocoran pesawat sinar-X, dilakukan pemanasan (*aging*) terlebih dahulu dengan tegangan awal 110 kV hingga tegangan maksimum 160 kV dengan waktu pemanasan (*aging*) masing-masing selama 1 menit. Untuk menerapkan proteksi dan keselamatan radiasi, timbal dipasang pada pintu ruang penyinaran untuk mengurangi paparan radiasi. Pengujian tingkat kebocoran radiasi pesawat sinar-X dilakukan dengan metode langsung menggunakan dosimeter. Sebelum dosimeter digunakan, sertifikat kalibrasi, baterai, dan penyesuaian mode pengukuran. Dosimeter diletakkan pada 4 titik pada jarak 1 meter dari focal spot pesawat sinar-X untuk mengukur dosis radiasi yang dipancarkan.

Tabel 1. Hasil pengujian kebocoran pesawat sinar-X

Posisi	Nilai Dosis Pengukuran (mSv)	Laju Dosis (mSv/jam)
Bawah (0°)	0,0038	0,124
Kiri (90°)	0,01	0,326
Atas (180°)	0,001	0,0326
Kanan (270°)	0,0192	0,627

Penembakan pesawat sinar-X diatur waktunya setiap 2 menit atau 0,03 jam pada 4 jenis posisi yaitu 0°, 180°, 90° dan 270°. Dari hasil pengukuran, diperoleh dosis pada posisi 0°, 90°, 180° dan 270°, berturut-turut sebesar 0,0038 mSv ; 0,01 mSv ; 0,001 mSv ; dan 0,0192 mSv . Untuk menentukan laju dosis, besar dosis yang terukur dibagi dengan waktu paparan dan dikali dengan faktor kalibrasi dosimeter. Dari hasil perhitungan, diperoleh masing-masing laju dosis pada arah atas, kanan, bawah, dan kiri yaitu 0,124 mSv mSv/jam; 0,326 mSv/jam; 0,0326 mSv/jam; dan 0,627 mSv/jam. Berdasarkan Perka BAPETEN No.7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri, pesawat sinar-X dikatakan tidak mengalami kebocoran apabila memiliki nilai laju dosis tidak lebih dari 10 mSv/jam. Dengan demikian, pesawat sinar-X yang digunakan pada praktikum kali ini teridentifikasi andal dan tidak mengalami kebocoran.

KESIMPULAN

1. Pengujian kebocoran pesawat sinar-X dilakukan dengan metode langsung menggunakan dosimeter.
2. Dari hasil pengukuran kebocoran radiasi pesawat sinar-X, diperoleh laju dosis masing-masing titik sebagai berikut:
 - a. Bawah (0°) = 0,124 mSv/jam
 - b. Kiri (90°) = 0,326 mSv/jam
 - c. Atas (180°) = 0,0326 mSv/jam
 - d. Kanan (270°) = 0,627 mSv/jam
3. Pesawat sinar-X yang digunakan dalam kondisi andal dan tidak mengalami kebocoran.

DAFTAR PUSTAKA

- BATAN. (2006). *Proteksi Radiasi, Radiografi Level I. Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir Nasional.*
- Fuadi, N., & Jusli, N. (2022). *Pemantauan Dosis Perorangan Menggunakan Thermoluminescence Dosimeter (TLD) di Wilayah Papua dan Papua Barat Tahun 2020-2021.* 2.
- Jumpeno, B. Y. E. B. (2000). *Program Proteksi Radiasi Bidang Radiografi Industri di Pusdiklat BATAN.* 3, 18–25.
- Mulyono, T. (2022). *Petunjuk Praktikum Proteksi dan Keselamatan Radiasi: Uji Kebocoran Tabung Pesawat Sinar-X.*
- Nasitoh, A. M., Abidin, Z., Sttn-Batan, M., & Sttn-Batan, D. (2015). *Penelusuran dan Identifikasi Kerusakan Pesawat Sinar-X Medik di STTN-BATAN.*
- Peraturan Kepala Badan pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri.* (n.d.).
- Trikasjono, T., Marjanto, D., & Timorti, B. (2009). *Analisis Keselamatan Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sleman Yogyakarta.*
- Tulisna, Sugino, & Rangkuti, M. (2006). *Pengujian Kebocoran Radiasi pada Kamera Gamma dan Pesawat Sinar-X.* 7.