

Pengukuran dan Analisis Dosis Radiasi Keluaran pada Pesawat Sinar-X yang Berusia Lebih dari 10 Tahun pada Rumah Sakit di Kota Medan

Measurement and Analysis of Output Radiation Dose on X-Ray Device over 10 Years at Hospitals in Medan City

Herty Afrina Sianturi*, Martha Rianna, Timbangan Sembiring, Marhaposan Situmorang
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara

Received September, 2017, Accepted September, 2017

Telah dilakukan pengukuran dosis radiasi keluaran pada empat pesawat sinar-X yang sudah berusia lebih dari 10 tahun di unit radiologi rumah sakit di kota Medan dengan spesifikasi yang berbeda. Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA), telah merekomendasikan penggunaan tingkat panduan agar dosis radiasi yang diterima pasien dengan tetap mempertahankan kualitas citra film yang dihasilkan untuk kepentingan keselamatan pasien. Untuk melihat kualitas dari pesawat sinar-X ini dapat dilakukan uji akurasi tegangan dan uji akurasi lamanya penyinaran dosis sebagai proses *quality control*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai penyimpangan tegangan tabung (kVp) dan arus waktu tabung (mAs) dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh PERKA BAPETEN No 9 Tahun 2011. Metode yang dilakukan adalah dengan mengukur tegangan keluaran tabung menggunakan detektor Piranha CB2-10090128 dan mengukur jarak antara tabung X-Ray ke detektor Piranha CB2-10090128 sejauh 100 cm seperti pada acuan pada PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011. Hasil pengujian kemudian dianalisa sehingga didapatkan kesimpulan performa dari alat tersebut apakah masih dalam kondisi baik atau tidak. Dari empat pesawat sinar-X pada rumah sakit di kota Medan didapatkan hanya satu pesawat yang tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan oleh PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011.

Kata Kunci: Dosis Radiasi, Pesawat sinar-X, PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011, Akurasi Tegangan

There have been measurements of output radiation dose for four X-Ray device over ten years of radiology units some hospitals in Medan city with different specifications. The International Atomic Energy Agency (IAEA) has recommended the use of guidance levels for the optimum patient-received radiation dose while maintaining the quality of film imagery generated for the patient safety. To see the quality of this X-ray device can be tested the accuracy of voltage and duration of dose irradiation as a quality control process. The purpose of this research is to know the value of tube voltage deviation (kVp) and tube time (mAs) to meet the tolerance limit specified by PERKA BAPETEN No 9, 2011. The method is to measure the output voltage of tube using Piranha CB2-10090128 detector and measure the distance between the X-Ray tubes to the Piranha CB2-10090128 detector as far as 100 cm as in reference to the PERKA BAPETEN no. 9, 2011. The results give the conclusion that the performance of the device is still in good condition or not. For the four X-ray devices in hospitals at Medan give only one device does not exceed the limited permitted by PERKA BAPETEN No. 9, 2011.

Keywords: Radiation Dose, General Radiography, PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011 accurate of voltage, accurated radiation

Pendahuluan

Aplikasi teknologi nuklir telah banyak dimanfaatkan dalam kehidupan, salah satunya dalam bidang kesehatan atau medik di bagian radiologi. Unit Pelayanan Radiologi merupakan salah satu instalasi penunjang medik dengan menggunakan sumber radiasi pengion untuk mendiagnosis adanya suatu penyakit dalam bentuk gambaran anatomi tubuh yang ditampilkan dalam film radiografi. Pelayanan radiologi harus memperhatikan aspek keselamatan kerja radiasi. Dalam upaya pengendalian, Pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah nomor 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan sumber radioaktif, Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 01/Ka-Bapeten/V-99 tentang Kesehatan terhadap radiasi pengion disebut keselamatan radiasi, yang memuat nilai batas dosis yaitu pekerja radiasi < 50 mSv/tahun dan masyarakat umum < 5 mSv/tahun (BAPETEN, 1999).

Instalasi radiologi yang terdapat di rumah sakit membutuhkan beberapa ruang utama yaitu: ruang pemeriksaan, ruang operator, kamar gelap, ruang sanitasi, ruang baca film dan ruang perencanaan dosis. Ruang pemeriksaan yang baik adalah yang memenuhi syarat proteksi radiasi dengan ukuran ruang pemeriksaan yang sesuai dengan ketentuan, untuk peralatan rontgen dengan dinding ruang yang harus dapat dipertanggungjawabkan untuk menjamin keamanan pasien, karyawan, dan masyarakat pada umumnya (Rasad, 2000).

Pesawat sinar-X adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis dengan menggunakan sinar-X. Sinar yang dipancarkan dari tabung diarahkan pada bagian tubuh yang akan didiagnosa. Berkas sinar-X tersebut akan menembus bagian tubuh dan akan ditangkap oleh film, sehingga akan terbentuk gambar dari bagian tubuh yang disinari. Sebelum pengoperasian pesawat sinar-X perlu dilakukan setting parameter untuk mendapatkan sinar-X yang dikehendaki. Parameter-parameter tersebut adalah tegangan (kV), arus tabung (mA) dan waktu paparan (s) (BATAN, 2005). Tegangan tabung pada pesawat sinar-X merupakan salah satu faktor yang dapat dikontrol untuk mengurangi radiasi hambur dan mengurangi dosis yang digunakan dalam radiodiagnostik (Vassileva, 2004). Peningkatan nilai tegangan tabung pesawat sinar-X yang digunakan harus diimbangi dengan penurunan nilai arus tabung pembangkit sinar-X dan waktu penyinaran sehingga

diperoleh intensitas radiasi yang menghasilkan densitas bayangan yang cukup. Penentuan kontras pada tegangan tabung pesawat sinar-X dilakukan dengan cara pengukuran dosimetrik yang diterapkan secara langsung dalam suatu pengaturan eksperimental (Adhikari, 2012).

Arus tabung dan waktu penyinaran merupakan faktor yang saling terikat dalam menentukan intensitas sinar-X yang dipancarkan ke tubuh pasien yang akan ditangkap oleh film sehingga akan terbentuk gambaran organ yang diperiksa.

Penelitian sebelumnya, Wadianto dkk, 2017, telah melakukan uji akurasi tegangan tinggi alat *Rontgen Radiography Mobile* untuk mengetahui nilai penyimpangan tegangan tabung (kVp) masih dalam batas toleransi yang ditetapkan dalam PERKA BAPETEN No 9 Tahun 2011. Metode yang dilakukan adalah dengan mengukur tegangan keluaran tabung menggunakan detektor Piranha 556 dan mengukur jarak antara tabung X-Ray ke detektor O-Ni 32 G-5019 dengan acuan pada PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011. Hasil pengujian kemudian dianalisa sehingga didapatkan kesimpulan performa dari alat tersebut apakah masih dalam kondisi baik atau tidak. Trikasjono dkk, 2009 telah melakukan analisis keselamatan kerja radiasi pesawat sinar-X di unit radiologi RSUD kota Yogyakarta dimana tujuan untuk mengetahui dosis radiasi dihasilkan oleh pesawat sinar-X terhadap pekerja radiasi dan masyarakat sekitar, dengan membandingkan antara perhitungan tebal penahan radiasi secara teoritis terhadap tebal penahan radiasi di Unit Radiologi dan pengukuran dosis radiasi pada daerah pekerja radiasi dan masyarakat sekitar.

Suryanto dan Sigit, 2011 telah melakukan analisa pembentuk gambar dan batas toleransi uji kesesuaian pesawat sinar-X diagnostik. Dalam pembentukan gambar pada pesawat Sinar-X merupakan kemampuan daya tembus dari Sinar-X terhadap materi. Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui bagaimana proses terjadinya suatu gambar pada film yang dibentuk oleh Sinar-X sehingga dapat dipahami perbedaan bentuk gambar pada bagian-bagian tubuh yang disinari. Faktor faktor yang mempengaruhi gambar radiographi antara lain adalah besarnya arus (mA), jarak fokus dengan film (FFD), dan tegangan (kV).

Kenaikan arus tabung perwaktu (mAs) akan diikuti dengan banyaknya jumlah elektron yang dihasilkan dan mempengaruhi banyaknya foton sinar-X yang dihasilkan atau dengan kata lain mAs

berhubungan dengan kuantitas atau intensitas sinar-X yang dihasilkan. Kuantitas sinar-X akan mempengaruhi densitas (derajat kehitaman) gambaran pada film yang dihasilkan. Semakin tinggi mA yang digunakan, maka akan semakin tinggi pula densitas yang dihasilkan. (Bushong, 2013)

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dan analisis dosis beberapa pesawat sinar-X yang sudah digunakan lebih dari 10 tahun yang ada di beberapa Rumah Sakit di kota Medan. Hasil penelitian diharapkan bahwa hasil dari pengukuran keluaran beberapa pesawat sinar-X dapat sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (PERKA BAPETEN) Nomor 15 Tahun 2015 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensional dan PERKA BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 Tentang Uji Kesesuaian.

Metodologi

Peralatan penelitian yang akan dipakai untuk kegiatan penelitian ini antara lain pesawat sinar-X seperti pada Tabel 1. Alat yang digunakan dalam pengukuran tegangan tabung adalah Multimeter X-Ray: RTI Piranha CB2-10090128, alat untuk mengukur jarak antara dari tabung ke detektor adalah Pita meter: Jatech 15003387 dan laptop.

Tabel 1 Daftar Nama Pesawat Sinar-X beberapa Rumah Sakit di Kota Medan

Nama Pesawat	Tahun Produksi	Merk-Model	No. Seri Tabung
A	1994	Hitachi G-S-105C	13786303
B	1988	Hitachi P-C-125AB	KC 13723901
C	1998	Tsimatzu-Circlex ½ U 10 EN	71392W2
D	2006	Hitachi-ZU-L3TY	KC 11672609

Pada penelitian ini, metode pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis adalah data sekunder. Penulis menggunakan metode data sekunder dengan mengumpulkan data-data uji kesesuaian (pengukuran tegangan tabung) dengan mencari dan menentukan beberapa rumah sakit di sekitar kota Medan yang masih menggunakan pesawat sinar-X dengan usia lebih dari 10 tahun. Pengukuran mengacu pada PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011. Persiapan Peralatan Alat Ukur meliputi pesawat sinar-X, detektor, meteran, laptop, lembar

hasil ukur penelitian dan alat tulis. Multimeter X-Ray sebagai alat pengukuran tegangan tabung diletakkan tegak lurus tabung (fokus) dan dihubungkan ke laptop. Jarak antara Multimeter X-Ray dengan sumber fokus sejauh 100 cm diukur dengan pita meter. Pengukuran parameter uji dengan mengatur tegangan tabung dalam satuan kiloVolt dan arus serta waktu penyinaran mAs dalam satuan miliAmpere sekon pada pesawat sinar-X sebelum melakukan eksposi/penyinaran pada film radiografi. Pengukuran parameter ini meliputi tegangan keluaran kV (kiloVolt) dan lamanya penyinaran s (second).

Hasil Penelitian

Setelah data didapat, data dihitung sesuai dengan rumus dan berupa tabel untuk menentukan tingkat akurasi dan penyimpangannya antara lima titik pengukuran. Berikut langkah-langkahnya :

Nilai Persentasi Penyimpangan :

$$\% \text{ error} = \text{nilai error} \times 100\% \quad (1)$$

Nilai Persentasi Akurasi :

$$\% \text{ akurasi} = 100\% - \% \text{ error} \quad (2)$$

Pada Tabel 2 dapat diamati berdasarkan dari hasil Pers (1) dan (2), didapat hasil pengujian akurasi tegangan pada pesawat A, B, C dan D memiliki nilai minimum berturut-turut sebesar 20,33; 3,00; 0,29 dan 1,57%. sedangkan nilai maksimum berturut-turut sebesar 24,99; 13,42, 13,22 dan 1,96%. Dari data yang diperoleh bahwa nilai akurasi tegangan tabung pada pesawat D masih baik digunakan. Dengan demikian kondisi pengaturan nilai tegangan (kV) pesawat sinar-X tersebut masih dalam kondisi baik karena nilai tersebut masih dalam batas toleransi berdasarkan standar yang ditetapkan oleh BAPETEN dalam PERKA BAPETEN NO. 9 Tahun 2011 dan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 15 Tahun 2015 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensional.

Pada Tabel 3 dapat diamati bahwa nilai penyimpangan minimum pada pesawat A, B, C dan D berturut-turut sebesar 0,125; 1,9; 3,15 dan 0,10 %, sedangkan nilai penyimpangan maksimum berturut-turut sebesar 12,7; 11,66; 88,26 dan 0,4 %. Dari data yang diperoleh didapatkan bahwa nilai akurasi waktu penyinaran tabung pada pesawat D masih

baik digunakan. Nilai tersebut masih dalam batas toleransi berdasarkan standart yang ditetapkan oleh Bapeten Dalam Perka Bapeten No. 9 Tahun 2011 dan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 15 Tahun 2015 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensional. Dengan demikian kondisi pengaturan akurasi waktu penyinaran (ms) pesawat sinar-X tersebut masih dalam kondisi baik

Tabel 2 Hasil Pengukuran uji akurasi tegangan dari beberapa unit Radiologi Rumah Sakit di Kota Medan

Nama Pesawat	Hasil Uji			
	kV	mGy	mAs	mGy/mAs
A	62,57	0,129	5	0,025
	62,68	0,171	10	0,017
	64,15	0,236	15	0,015
B	69,00	0,08	5	0,0166
	67,30	0,17	10	0,0167
	67,74	0,25	15	0,0165
	66,48	0,34	20	0,0168
C	59,49	0,56	5	0,112
	71,59	0,578	10	0,057
	71,87	0,617	20	0,030
D	68,80	1,08	5	0,054
	68,73	1,083	10	0,067
	68,79	1,098	16	0,109
	68,81	1,188	20	0,236

Tabel 3 Hasil Pengukuran uji akurasi waktu penyinaran dari beberapa unit Radiologi beberapa rumah sakit di kota Medan

Nama Pesawat	kVp Panel	kVp ukur	% Error	Kesimpulan
A	50	39.45	21.1	Tidak baik
	60	47	21.67	Tidak baik
	70	55.77	20.33	Tidak baik
	80	61.68	22.9	Tidak baik
	90	67.51	24.99	Tidak baik
B	50	51.99	3,98	Baik
	60	58.2	3,00	Baik
	70	66.48	5,03	Baik
	80	71.34	10,83	Tidak baik
	90	77.92	13,42	Tidak baik
C	50	56.61	13.22	Tidak baik
	60	63.64	6.07	Baik
	70	71.87	2.67	Baik
	80	79.77	0.29	Baik
	90	86.51	3.88	Baik
D	50	48.94	2.12	Baik
	60	59.06	1.57	Baik
	70	68.63	1.96	Baik
	80	78.53	1.84	Baik
	90	88.4	1.78	Baik

Hubungan Jumlah Dosis output Radiasi Terhadap Arus Tabung

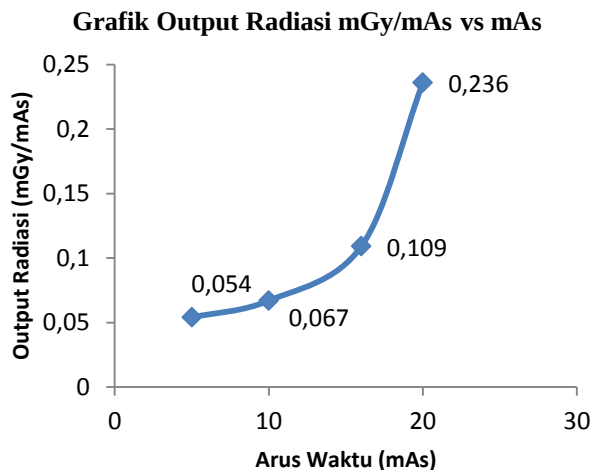
Nilai arus tabung sinar-X berpengaruh terhadap nilai intensitas sinar-X. Intensitas ini pada hasil citra foto rontgen mempengaruhi nilai kehitaman pada film (densitas). Selain berpengaruh terhadap nilai intensitas sinar-X yang keluar dari tabung, nilai arus tabung yang dipilih juga sangat berpengaruh terhadap terimaan dosis radiasi pasien. Hubungan jumlah dosis output radiasi terhadap arus tabung adalah dosis serap yang diterima objek akan semakin besar bila pengaturan tegangan dan arus ditingkatkan dan juga mempengaruhi besarnya intensitas dan daya tembus sinar-X yang dihasilkan. Besarnya intensitas sinar-X yang diberikan sangat mempengaruhi kualitas pencitraan yang dihasilkan.

Tabel 4 Hasil Pengujian besarnya dosis keluaran yang dihasilkan pada pesawat A, Pesawat B, Pesawat C dan Pesawat D

Nama Pesawat	ms-panel	ms-ukur	(%) Batas Toleransi	Kesimpulan
A	50	43.65	12.7	Tidak Baik
	100	93.82	6.18	Baik
	200	203.2	1.6	Baik
	400	412	3	Baik
	800	801	0.125	Baik
B	50	44.17	11.66	Tidak Baik
	100	94.36	5.64	Baik
	200	203.8	1.9	Baik
	400	424.1	6.025	Baik
	800	824.1	3.0125	Baik
C	50	42.65	14.7	Tidak Baik
	100	93.84	6.16	Baik
	200	193.7	3.15	Baik
	400	93.86	76.53	Tidak Baik
	800	93.86	88.26	Tidak Baik
D	50	50.2	0.4	Baik
	100	99.89	0.11	Baik
	200	200.2	0.1	Baik
	400	400.5	0.125	Baik
	800	800	0	Baik

Dari Tabel 4 didapat bahwa pesawat radiografi D memiliki hubungan yang linear antara jumlah radiasi output terhadap arus waktu tabung sedangkan hasil mGy/mAs pada Tabel 4 menunjukkan untuk pesawat A, B, dan C tidak linear karena seharusnya jika arus tabung yang digunakan semakin tinggi maka semakin besar pula tingkat dosis radiasi yang dihasilkan. Dengan demikian didapatkan bahwa tabung pesawat sinar-X radiografi A,B, dan C tidak dapat dikatakan berfungsi dengan baik. Linieritas

dari output radiasi pada variasi perubahan mAs tidak konsisten dengan arus waktu dan tegangan yang diberikan. Hal ini disebabkan karena semakin besar arus waktu yang diberikan diperoleh semakin besar pula jumlah dosis radiasi output yang dihasilkan sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar tersebut menjelaskan bahwa semakin besar arus waktu tabung (mAs) pada pesawat radiografi D maka diperoleh jumlah dosis output yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 1 Grafik Radiasi output dengan arus waktu tabung pada Pesawat D

Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan hasil pengujian sesuai dengan PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011 dan No. 15 Tahun 2015 hasil pengujian keempat pesawat ditinjau dari akurasi tegangan, akurasi lamanya penyinaran dan jumlah dosis yang dikeluarkan hanya pesawat radiografi umum D dengan spesifikasi Merk: Hitachi, Model tabung ZU-L3TY dan No Seri tabung KC11672609 yang diproduksi tahun 2006 yang memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Pesawat tersebut dapat berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan kepada pasien. Karena hasil pengukuran akurasi tegangan, lamanya penyinaran dan dosis keluaran yang dihasilkan masih dalam ambang batas yang diijinkan.

Referensi

- Adhikari, Suraj Raj. 2012. *Effect And Application Of Ionization Radiation (X-Ray) In Living Organism*. Kaski: Volume 3. The Himalaya Physics.
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Peraturan Kepala BAPETEN No. 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, 2011.
- BAPETEN, 1999, Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 01/Ka-Bapeten/V-99 tentang Kesehatan terhadap radiasi pengion, Jakarta
- BATAN, 2005, *Disain Penahan Ruang Sinar – X*, Pusdiklat, BATAN, Jakarta
- Bushong, Steward C. 2013. *Radologic Science for Technologists*. 10th edition. United State of America : CV. Mosby Company.
- Kramer, H. M., dan Selbach, H. J. 2008. *Extension of the Range of Definition of the Practical Peak Voltage up to 300 kV*. The British Journal of Radiology (81):693-698.
- Rassad, S. dkk, *Radiologi Diagnostik*, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Rumah Sakit Dr Cipto Mangunkusumo, Jakarta (2000).
- Suryanto, Sigit Bachtar. 2011. *Analisis Pembentukan Gambar Dan Batas Toleransi Uji Kesesuaian Pada Pesawat Sinar-X Diagnostik*. Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengelolaan Perangkat Nuklir.
- Trikasjono, T. dkk. 2009. *Analisis Keselamatan Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum daerah Sleman Yogyakarta*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN.
- Vassileva, J. 2004. *A Phantom for Dose Image Quality Optimization in Chest Radiography*. The British Journal of Radiology 75:837-842.
- Wadianto, Azis Muslim. 2017. *Uji Akurasi Tegangan Tinggi Alat Rontgen Radiography Mobile*. INOVASI, Volume XIX Nomor 1, Januari 2017