

# Analisa Kualitas Sinar-X Pada Variasi Ketebalan Filter Aluminium Terhadap Dosis Efektif

Ella Nurlela<sup>1</sup>, Purwantiningsih<sup>1</sup>, Budi Santoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Universitas Nasional, Jalan Sawo Manila, Pejaten, Pasar Minggu Jakarta Selatan 12520

Korespondensi : purwanti.ningsih85@yahoo.co.id

**ABSTRAK.** Telah dilakukan pengukuran *X-Ray Machine* Shimadzu General Multi Purpos untuk mengetahui kualitas sinar-x pada variasi penggunaan filter aluminium terhadap dosis efektif dengan menggunakan lembaran Aluminium yang mempunyai ketebalan bervariasi mulai dari variasi tanpa filter tambahan, dengan filter 0,5 mm Al, 1 mm Al, 1,5 mm Al, 2 mm Al, 2,5 mm Al, dan 3 mm Al. Pengukuran dilakukan pada 3 kondisi tegangan yaitu 55 kV, 60 kV dan 65 kV. Dari hasil analisa pengujian keluaran pesawat sinar-x didapatkan keluaran sinar-x yang tidak sesuai tetapi masih dalam batas toleransi. Dan setelah dilakukan perhitungan nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul didapatkan nilai rata-rata dosis efektifnya adalah 0.069 mSv, jadi nilai rata-rata dosis efektif pada penelitian ini lebih kecil dari nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul diseluruh dunia berdasarkan laporan UNSCEAR 2000 yaitu 0.74 mSv.

**Kata kunci :** Filter Tambahan, Keluaran Sinar-X, Dosis efektif

**ABSTRACT.** *The measurement of General Multi Purpose X ray Machine Shimadzu has been done to know the x ray quality, when using aluminium filter with the effective doses, with aluminium which has various thickness start from using no additional filter, using 0,5 mm Al, using 2,5 mm Al, and using 3 mm Al. This measurement has been done with 3 kinds of voltage which are 55 kV, 60 kV and 65 kV. This assessment gives a result that this x ray machine output is not appropriate value but this value is still within the tolerance limits. And the result of the mean value assessment of the effective dose in pelvic radiography exam is 0,069 mSv, so the mean value of the effective dose in this observation is smaller than the effective dose in pelvic radiography exam worldwide, which based on UNSCEAR 2000 report is 0,74 mSv.*

**Keywords :** *Additional Filter, X-ray Output, Effective dose.*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan pesawat sinar-X atau *X-ray machine* di bidang kesehatan terutama di bidang radiologi harus memperhatikan dua aspek, yaitu manfaat serta risiko dari penggunaannya. Tuntutan tingkat keselamatan pada penggunaan pesawat sinar-x khususnya bagi negara maju sudah menjadi suatu keharusan sebab faktor lain yang terkait dengan keselamatan radiasi antara lain kualifikasi tenaga, perancangan ruang pesawat sinar-x, dan perlengkapan proteksi radiasi tidak menjadi masalah lagi. Bagi negara berkembang seperti Indonesia, jaminan tingkat keselamatan pada penggunaan pesawat sinar-x masih menghadapi banyak masalah, terutama dikaitkan dengan perlengkapan uji kendali mutu (*Quality control test tools*) yang masih terlalu mahal dan tidak dimiliki hampir di semua rumah sakit.

Beberapa faktor pada pesawat sinar-x dapat mempengaruhi keluaran (*output*) sinar-x dan dosis permukaan yang akan diterima oleh pasien yaitu faktor eksposi yang meliputi penggunaan kV dan mAs serta penggunaan filter tambahan. Variasi penggunaan filter tambahan dapat mempengaruhi besarnya keluaran purata berkas radiasi sinar-x serta dosis permukaan (dosis kulit) yang diterima pasien. Pada penggunaan filter tambahan dapat mengurangi  $\pm 50\%$  dosis permukaan yang diterima pasien[1]. Beberapa pesawat radiologi pada umumnya dilengkapi dengan filter tambahan walaupun ada beberapa dari pesawat radiologi tersebut tidak dilengkapi dengan filter tambahan. Namun pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian pesawat radiologi konvensional yang dilengkapi dengan filter tambahan dan pengaruhnya terhadap dosis yang diterima pasien pada pencitraan sinar-X yang optimal.

## METODE DAN BAHAN

Penelitian tentang pengukuran dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul dengan menggunakan Multimeter Piranha, penelitian ini dilakukan pada Phantom tulang panggul secara langsung. Pengukuran dosis permukaan menggunakan multimeter piranha dengan cara meletakkan multimeter *X-ray* piranha pada Phantom tulang panggul, multimeter *X-ray* piranha yang telah diekspos akan memperlihatkan nilai hasil bacaan dosis permukaan yang diterima oleh obyek yang tersimpan di laptop dengan aplikasi *Ortigo*. Hasil bacaan dosis permukaan menggunakan multimeter *X-ray* piranha kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul diseluruh dunia berdasarkan laporan UNSCEAR 2000, dengan terlebih dahulu mendapatkan hasil dari multimeter *x-ray* piranha untuk mendapatkan nilai dosis permukaan pada pemeriksaan tulang panggul dan kemudian dilakukan perhitungan persamaan dosis efektif untuk mendapatkan nilai dosis efektif pemeriksaan radiografi tulang panggul.

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### – Pesawat Sinar-X

Dalam penelitian ini digunakan pesawat sinar-X Shimadzu General Multi Purpose X-Ray unit seperti gambar 1 dibawah ini.



GAMBAR 1. Pesawat sinar x Shimadzu.

### – Phantom Radiografi Pelvis

Merupakan Sebuah obyek yang diciptakan dengan meniru organ tubuh manusia seperti gambar 2 dibawah ini. Obyek ini dirancang dengan material yang serupa dengan organ tubuh manusia untuk keperluan *medical imagine* seperti mengevaluasi, menganalisa, dan pengujian kemampuan peralatan medis. Untuk keperluan proteksi radiasi maka penggunaan phantom ini sangatlah dianjurkan. Phantom pada keperluan radiologi memiliki bentuk seperti organ organ tubuh, kali ini penulis akan mengambil *sample* berupa phantom tulang panggul.



GAMBAR 2. Phantom

### – Multimeter *X-Ray* Merk “piranha”

Multimeter piranha adalah alat yang berfungsi untuk mengukur keluaran pesawat sinar-X (*output*) seperti kV, mA, *second* yang telah diatur pada kontrol panel. Selain itu

multimeter piranha juga dapat digunakan sebagai alat ukur paparan radiasi (dosis), HVL, laju dosis, dan mengukur ketebalan filter.

#### – **Filter Tambahan**

Filter tambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah filter 0,5 mm Al, filter 1 mm Al, filter 1,5 mm Al, filter 2 mm Al, filter 2,5 mm Al, 3 mm Al. Penggunaan filter tambahan berbentuk segi empat yang dapat dipasang pada dibawah kolimator, penggunaan filter tambahan ini dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan.

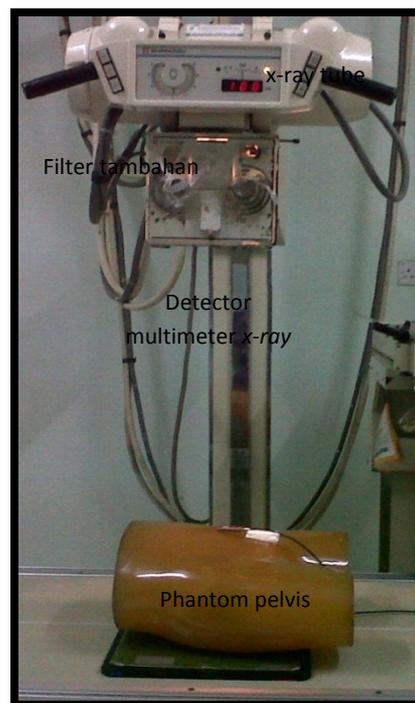
### **Prosedur Penelitian**

#### **Pengujian Akurasi Keluaran Pesawat Sinar-x (kV dan s)**

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu pesawat sinar-X Shimadzu General Multi Purpose unit dicek akurasi keluarannya (*output*) untuk mengetahui tingkat kelayakan dari pesawat sinar-X tersebut.

#### **Pengukuran Dosis**

Setelah dilakukan pengukuran keluaran pesawat sinar-x, selanjutnya dilakukan penentuan Dosis pesawat sinar-X Shimadzu General Multi Purpose dengan menggunakan variasi filter Aluminium (Al) yaitu tanpa filter, filter 0,5 mm Al, filter 1 mm Al, filter 1,5 mm Al, filter 2 mm Al, filter 2,5 mm Al, dan filter 3 mm Al. Pengukuran dosis dilakukan pada tegangan 55 kV, 60 kV dan 65 kV. Menggunakan 200 mA dan 700 ms. Pengukuran dilakukan pada setiap penggunaan filter tambahan seperti gambar 3 dibawah ini.



**GAMBAR 3.** Pengukuran dosis

Data hasil pengamatan diolah dan dianalisis dengan membandingkan pengaruh ketebalan filter aluminium (Al) pada kV dengan mAs yang sama terhadap dosis permukaan dan citra radiografi pelvis, setelah semua data penelitian didapatkan kemudian dilakukan analisa sehingga nantinya akan dapat ditarik kesimpulan hasil penelitian. Data hasil eksperimen dan perhitungan dibuat dalam bentuk tabulasi kemudian di analisis secara kuantitatif, Penelitian ini menggunakan perhitungan persamaan dosis efektif dengan terlebih dahulu mengetahui nilai hasil pengukuran dosis permukaan radiografi tulang panggul dengan menggunakan multimeter piranha. Hasil bacaan multimeter piranha dinyatakan dalam satuan dosis serap (mGy). Untuk mengetahui dosis efektif ( $E_T$ ) maka dilakukan perhitungan nilai dosis serap (mGy) diubah ke dosis efektif (mSv).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian ketepatan tegangan tabung (kVp) sinar-X dengan menggunakan multimeter piranha.

TABEL 1. Data Hasil Pengujian Tegangan (Kv) Menggunakan Multimeter Piranha

kVp kontrol panel	200 mA 0,07 s		Persentase penyimpangan (%)
	rata-rata kV peak	Koreksi kV peak	
45	44,11	0,89	1,98
50	48,83	1,17	2,34
55	53,04	1,96	3,56
60	58,55	1,45	2,42
65	61,72	3,28	5,05
70	65,65	4,35	6,21
Rata-rata			3,59

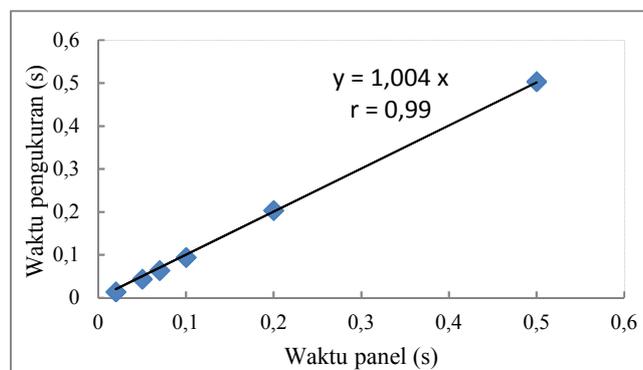
Dari data diatas tabel 1 dapat dilihat adanya ketidaksesuaian antara kV panel dengan hasil kVp meter sebesar 1,98% sampai dengan 6,21% dan rata-rata penyimpangannya sebesar 3,59%. Persamaan garis lurus yang diperoleh yaitu  $y = 1,1464x - 5,9153$ . Ketidaksesuaian terkecil terjadi pada pemakaian tegangan 45 kV sebesar 1,98%, sedangkan penyimpangan terbesar pada pemakaian 70 kV sebesar 6,61%. Koefisien korelasi pada kurva diatas adalah 0,99 ( $r = 0,99$ ). Dari hasil pengukuran kV dapat diperoleh hasil bahwa ketidaksesuaian masih dibawah 10%. Berdasarkan Perka BAPETEN no 8 Tahun 2011 dapat disimpulkan bahwa pesawat sinar-x Shimadzu masih layak digunakan.

### Pengujian ketepatan waktu eksposi (*exposure time*) dengan menggunakan multimeter piranha.

Dari tabel dan gambar dapat dilihat bahwa nilai waktu eksposi (s) pada multimeter piranha masih dalam batas toleransi, tampak bahwa nilai waktu eksposi (s) pada multimeter piranha dan nilai waktu eksposi (s) pada kontrol panel tidak menunjukkan grafik yang fluktuatif, bahkan kedua nilai tersebut hampir *overlapping* yang menandakan bahwa fungsi circuit timer masih bekerja secara akurat.

TABEL 2. Data hasil pengujian waktu eksposi (s) menggunakan multimeter piranha

Waktu eksposi kontrol panel (s)	200 mA, 0,07 s	
	rata-rata bacaan second	Koreksi
0,02	0,01	0,01
0,05	0,04	0,01
0,07	0,06	0,01
0,10	0,09	0,01
0,20	0,20	0,00
0,50	0,50	0,00

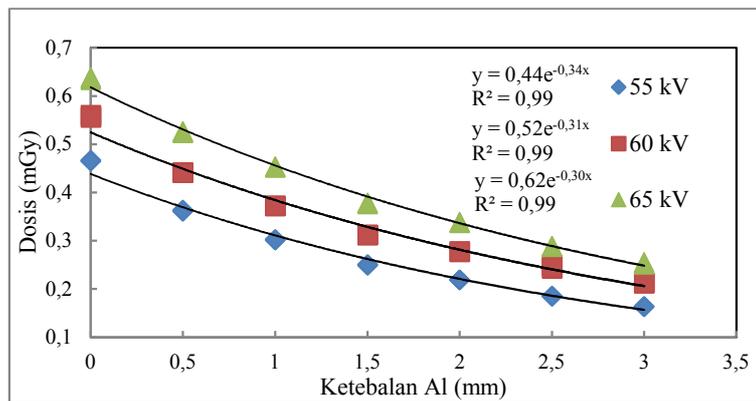


GAMBAR 4. Kurva hubungan waktu panel dengan waktu pengukuran

Tampak pada gambar 4, koefisien korelasi antara nilai waktu eksposi (s) pada multimeter piranha dan nilai waktu eksposi pada kontrol panel memperlihatkan nilai  $r = 0,99$  yang berarti

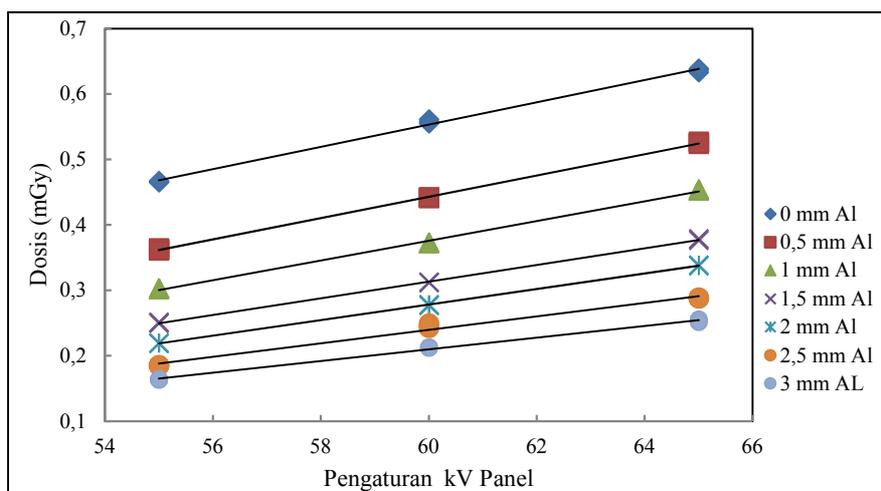
bahwa hubungan keduanya sangat kuat. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara waktu pada panel dengan waktu pada pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyinaran pesawat sinar-x Shimadzustabil. Persamaan garis lurus yang diperoleh  $y = 1,004x$ . Berdasarkan Perka BAPETEN no 8 Tahun 2011, toleransi waktu penyinaran untuk pesawat sinar-X radiodiagnostik konvensional adalah  $\pm 10\% + 0,01$  s sehingga dapat disimpulkan ketidaksesuaian waktu penyinaran pada pesawat Shimadzumasih dalam batas tolereansi.

**Hasil uji pengaruh ketebalan filter Aluminium (Al) pada variasi kV dengan mAs yang sama terhadap Dosis Permukaan**



**GAMBAR 5.** Grafik penambahan filter Aluminium terhadap Dosis pada kondisi 55 kV,60 kV, 65kV dengan 200 mA, 0,07s

Dari gambar grafik gambar 5 diatas menunjukkan dosis paparan dibandingkan ketebalan filter aluminium yang digunakan, apabila ditarik garis horizontal dapat terlihat penurunan dosis sekitar 50 % untuk kondisi faktor eksposi 65kV, 200 mA, 0,07 s dari mula-mula 0,64 mGy menjadi 0,34 mGy ,Pada faktor eksposi 60kV, 200 mA, 0,07 s yang mula-mula 0,56 mGy menjadi 0,28 mGy, dan pada faktor eksposi 55, 200 mA, 0,07 s yang mula-mula 0,47 mGy menjadi 0,22 mGy rata-rata ada pada penggunaan ketebalan filter Al sekitar 2 mm Al.penggunaan filter ini bertujuan untuk menyerap radiasi rendah yang tidak akan mampu menembus obyek/ pasien dalam menghasilkan citra radiografi. Radiasi yang berenergi rendah ini hanya akan meningkatkan dosis yang diterima oleh pasien. Penurunan dosis terjadi secara eksponensial dengan bertambahnya ketebalan filter dengan nilai koefisien korelasi diatas 0,99.



**GAMBAR 6.** Grafik dosis pada setingan kV dengan vasiasi ketebalan filter.

Pada gambar 6 menunjukkan pengaruh penambahan filter Aluminium dalam penurunan dosis yang diterima dengan kondisi faktor eksposi yang sama. Semakin tinggi ketebalan filter Aluminium (Al) yang digunakan maka semakin kecil dosis paparan yang diterima. Setelah

mendapatkan nilai dosis permukaan menggunakan multimeter piranha, Kemudian untuk mengetahui dosis efektif maka dilakukan perhitungan menggunakan persamaan dosis efektif. Dalam mempermudah, makanilaidosis efektif dibulatkan. Nilai dosis efektif dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

**TABEL 3.** Nilai dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul

Gambar	kV yang digunakan	Ketebalan Filter (mm Al)	Dosis permukaan (mGy)	$W_T$ (mSv)	Dosis efektif (mSv)
1	55	Tanpa filter tambahan	0,47	0,20	0,09
2		0,50	0,36	0,20	0,07
3		1,00	0,3	0,20	0,06
4		1,50	0,25	0,20	0,05
5		2,00	0,22	0,20	0,04
6		2,5 0	0,19	0,20	0,04
7		3,00	0,16	0,20	0,03
8	60	Tanpa filter tambahan	0,56	0,20	0,11
9		0,50	0,44	0,20	0,09
10		1,00	0,37	0,20	0,07
11		1,50	0,31	0,20	0,06
12		2,00	0,28	0,20	0,06
13		2,5 0	0,25	0,20	0,05
14		3,00	0,21	0,20	0,04
15	65	Tanpa filter tambahan	0,64	0,20	0,13
16		0,50	0,53	0,20	0,11
17		1,00	0,45	0,20	0,09
18		1,50	0,38	0,20	0,08
19		2,00	0,34	0,20	0,07
20		2,5 0	0,29	0,20	0,06
21		3,00	0,25	0,20	0,05
Nilai rata-rata dosis efektif					0,069

Setelah dilakukan perhitungan nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul didapatkan nilai rata-rata dosis efektifnya adalah 0.069 mSv, jadi nilai rata-rata dosis efektif pada penelitian ini lebih kecil dari nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul diseluruh dunia berdasarkan laporan UNSCEAR 2000 yaitu 0.74 mSv.

### KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisa yang dilakukan pada penelitian ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu Adanya ketidaksesuaian tegangan dan waktu penyinaran yang diatur pada kontrol panel dengan tegangan dan waktu penyinaran yang dihasilkan dari pesawat sinar-X. Ketidaksesuaian pada pesawat sinar-x ini masih dalam batas toleransi sehingga masih layak untuk digunakan. Pemakaian filter tambahan tidak mempengaruhi tegangan puncak (kVp) pesawat. Tegangan puncak (kVp) yang digunakan akan sama sebelum maupun setelah menembus filter tambahan. Penurunan dosis terjadi secara eksponensial dengan bertambahnya ketebalan filter dengan nilai koefisien korelasi diatas 0,99 Didapatkan nilai rata-rata dosis efektifnya adalah 0.069 mSv, jadi nilai rata-rata dosis efektif pada penelitian ini lebih kecil dari nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan radiografi tulang panggul diseluruh dunia berdasarkan laporan UNSCEAR 2000 yaitu 0.74 mSv.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Curry, T. s., Dowdey, J. E., & Murry, R. C. (1990). *Christensen's Physics of Diagnostic Radiology, fourth edition*. USA: Lea & Febiger.

- [2] Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2002). *The Essential Physics of Medical Imaging, second edition*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- [3] Dendy, P.P., & Heaton, B. (1999). *Physics for Diagnostic Radiology*. USA: Institute Of Physycs Publishing.
- [4] Van Der Plaats, G. (1969). *Medical X-Ray Technique*. London and Basingstoke: The Macmillan Press Ltd.
- [5] Carlton, R. R. (1992). *Principles of Radiographic Imaging*. New York: Delmar Publishers Inc.
- [6] Rasad, S. (2005). *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: Gaya Baru
- [7] Meredith, W. J., & Massey, J. B. (1972). *Fundamental Physics of Radiology, second edition*. Bristol: John Wright & Sons Ltd.
- [8] Akhadi, M. (2000). *Dasar-dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta: PT Rineka Cipta Jaksa.
- [9] Report *United National Scientific Committe on the Effects of Ionizing Radiation (UNSCEAR) 2000*
- [10] Peraturan Kepala BAPETEN No 8 Tahun 2011 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-x Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- [11] Mrs M. J. Harvey, *Assurance of Quality in the Diagnostik X-ray Departement*, The British Institute of Radiology, London, 1988