Analisis Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X Radiografi Mobile Merk Drgem Topaz-40d Menggunakan X-Ray Multimeter PIRANHA

Agoes Santika Hyperastuty¹, Yanuar Mukhammad², Sugeng³

^{1,2} D-III Teknik Elektro Medik, Universitas Kadiri

³ PT. Mulya Husada Jaya, Surabaya,

ag.santikabks@gmail.com*

*Corresponding Author

Informasi artikel	ABSTRAK
Sejarah artikel: Received:01-04-2021 Revised: 10-05-2021 Accepted: 25-05-2021	Kami telah melakukan uji kesesuaian (<i>Compliance Test</i>) terhadap pesawat sinar-X radiografi mobile merk DRGEM Topaz-40D Sesuai dengan peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia nomor 2 tahun 2018. Tujuannya adalah untuk memastikan pesawat sinar X dalam kondisi ANDAL, ANDAL dalam perbaikan atau tidak ANDAL. Jenis pengujian yang dilakukan diantaranya Uji kolimasi berkas cahaya, Uji generator dan tabung sinar X. Dari semua hasil pengukuran yang telah dilakukan hasil uji dalam rentang nilai lolos uji yang ditetapkan oleh BAPETEN. Sesuai PERBA BAPETEN No.2 Tahun 2018 bahwa pesawat X-ray radiografi mobile merk DRGEM Topaz-40D dinyatakan dalam kondisi ANDAL. Metode ini bisa dilakukan untuk uji kesesuaian pesawat sinar x ray radiografi mobile atau pesawat sinar x ray radiografi umum terpasang tetap.
Kata kunci: Uji kesesuaian pesawat x ray radiografi mobile ANDAL PIRANHA	.
Key word:	ABSTRACT
<i>Compliance Test</i> mobile radiographic x ray aircraft ANDAL PIRANHA	We have conducted compliance test on drgem topaz-40D mobile radiographic X-ray aircraft in accordance with the regulation of the Nuclear Energy Regulatory Agency of the Republic of Indonesia number 2 of 2018. The goal is to ensure the X-ray aircraft is in a RELIABLE, RELIABLE condition in repair or not RELIABLE. The types of tests performed include light beam colimation test, generator test and X-ray tube. Of all the measurement results that have been conducted test results in the range of test pass values set by BAPETEN. According to PERBA BAPETEN No.2 Year 2018 that the mobile radiographic X-ray aircraft brand DRGEM Topaz-40C is declared in RELIABLE condition. This method can be performed for the conformity test of a mobile radiographic x ray ray aircraft or a fixed mounted general radiography x ray plane.

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang berkepanjangan telah menjadi masalah kesehatan di dunia (Suprayitno et al.,2020). Kondisi ini membuat rumah sakit selain membutuhkan tenaga kesehatan seperti dokter dan perawat juga membutuhkan peralatan penunjang untuk memonitoring dan memeriksa kondisi klinis pasien Salah satu peralatan yang diperlukan adalah pesawat sinar X ray mobile unit. Rumah sakit membutuhkan adanya pesawat sinar

X ray mobile unit untuk memeriksa kondisi paru-paru pasien penderita covid. Pesawat sinar X ray mobile unit tidak memerlukan instalasi kelistrikan khusus dalam pemasangannya. Karena penggunaan pesawat sinar X ray mobile unit yang sering dan pemakaian yang berpindah-pindah mengharuskan untuk menguji performa dan kinerja pesawat X ray mobile tersebut terhadap

pengaruh perubahan kondisi ruangan dan kelistrikan. Uji kesesuaian pesawat sinar X ray ini juga harus dilakukan sebagai salah satu syarat perizinan pemanfaatan radiasi pengion ke BAPETEN.

Uji kesesuaian dimaksudkan untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan dalam prosedur radiologi diagnostic berfungsi dengan benar sehingga pasien tidak mendapat paparan yang tidak diperlukan, dan menerapkan program jaminan mutu untuk radiologi diagnostik. Pesawat sinar X radiografi mobile unit adalah pesawat yang mudah dipindahkan dari satu ruangan ke ruangan yang lain. Pesawat sinar X radiologi mobile ini terdiri dari system dan subsistem sinar X atau komponen. Sistem sinar X adalah seperangkat komponen untuk menghasilkan radiasi dengan cara terkendali. Sedangkan komponen untuk menghasilkan radiasi dengan cara terkendali. Sedangkan subsistem berarti setiap kombinasi dari dua atau lebih komponen system sinar X. Pesawat sinar X diagnostic yang lengkap terdiri dari sekurang-kurangnya generator tegangan tinggi, panel kontrol, tabung sinar X, kolimator dan tiang penyangga tabung.

Ujang Wiharja (2019) melakukan uji akurasi tegangan tinggi alat Rontgen Radiography Umum 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 657 dan mengukur jarak antara tabung X-Ray ke detektor dengan acuan pada PERKA BAPETEN No. 9 Tahun 2011.

Nur Mukminah R, telah melakukan penelitian uji kesesuaian pesawat sinar X ray merk GE Francis. Uji kesesuaian yang dilakukan hanya untuk mengetahui linearitas keluaran radiasi sinar X mobile sesuai dengan batas toleransi yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini dilakukan uji kesesuaian terhadap pesawat sinar X radiografi mobile merk DRGEM model TOPAZ-40D yang digunakan dalam pemeriksaan pasien covid-19. Uji kesesuaian ini bertujuan untuk mencegah paparan yang tidak diperlukan serta sebagai perwujudan dari program prioritas BAPETEN no 1 yaitu penguatan jaminan

perlindungan keselamatan pasien radiologi. Metode yang dilakukan adalah dengan mengukur tegangan keluaran tabung menggunakan X-ray multimeter Piranha 557 dan mengukur jarak antara tabung X-Ray. Uji kesesuaian pesawat sinar X radiografi mobile merk DRGEM model TOPAZ-40D meliputi parameter uji kolimasi berkas sinar X, generator dan tabung sinar X. Data alat ini diambil dari salah satu rumah sakit swasta di Surabaya.

METODE PENELITIAN

Sesuai PERBA BAPETEN No.2 Tahun 2018 untuk mengetahui pesawat sinar X ray tersebut andal maka dilakukan uji kesesuaian alat. Metode uji yang dipakai adalah uji kolomasi berkas cahaya, uji generator dan tabung sinar X ray.

Gambar 2.1 Flowchart uji kesesuaian

1. Alat

Nama Alat : Pesawat X-Ray Radiografi mobile Merk : DRGEM, Tipe : TOPAZ 40D
No Seri : DRR2040225A, Merk Tabung : DRGEM, Tipe Tabung : DXT-8, No Seri Tabung : M2004220

2. Kondisi Lingkungan

Suhu : 24°, Kelembaban : 60 % RH

3. Peralatan Uji

1. X-Ray Multimeter Merk RTI Tipe Piranha 557 No Seri : CB2-13010691
2. Kolimator Tes Tool Merk Proproject
3. Survey Meter Merk Inspektor Tipe No Seri : 41083
4. Digital Waterpass Merk Local
5. Meteran Merk Krisbow Tipe Lokal No Seri : KW0104033
6. Thermohygrometer Merk HTC-1 Tipe 642

2.1. Uji Kolimasi Berkas Cahaya**1. Uji Illuminasi**

Bertujuan mengukur tingkat pencahayaan yang diperoleh dari berkas cahaya kolimator. Perhitungan tingkat pencahayaan kolimator :
Illuminasi = rata-rata lux terukur-lux later

Nilai lolos uji ≥ 100 lux

2. Uji Kolimasi

Bertujuan mengetahui selisih lapangan kolimasi dengan lapang berkas cahaya.

$$\Delta X(\%SID) = \frac{|X1| + |X2|}{SID} \times \dots (1)$$

$$\Delta Y(\%SID) = \frac{|Y1| + |Y2|}{SID} \times \dots (2)$$

$$\Delta X + \Delta Y = |\Delta X|(\%SID) + |\Delta Y|(\%SID) \dots (3)$$

Nilai lolos uji :

$$\Delta X \text{ dan } \Delta Y \leq 2 \% SID$$

$$\Delta X + \Delta Y \leq 3 \% SID$$

2.2. Uji generator dan tabung**1. Uji akurasi tegangan**

Bertujuan untuk melihat kesesuaian antara tegangan setting pada panel kontrol dengan nilai yang terbaca pada alat ukur.

$$\text{Error} = \frac{kV_{n.set} - kV_{n.ukur}}{kV_{p.u}} \times \dots (4)$$

Dengan

$kV_{p.set}$ = tegangan pada panel kendali

$kV_{p.ukur}$ = tegangan yang terukur pada

$kV_{p.meter}$

Batas lolos uji $e \leq 10\%$

2. Akurasi waktu penyinaran

Bertujuan untuk melihat kesesuaian antara setting waktu ekspose pada panel control dengan waktu ekspose yang terbaca pada alat ukur.

$$\text{Error} = \frac{t_{ukur} - t_{set}}{t_{set}} \times \dots (5)$$

dengan :

t_{set} = waktu eksposi pada panel kendali

t_{ukur} = waktu eksposi pada alat ukur

Batas lolos uji $e \leq 10\%$

3. Uji linearitas

Bertujuan untuk menguji konsistensi nilai keluaran radiasi (mGy/mAs) pada variasi mA atau mAs. Dosis hasil pengukuran dalam $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$.

Jika menggunakan Variasi mA, gunakan

$$\mu\text{Gy}/\text{mAs} = \frac{\mu\text{Gy}}{(\text{mA} \cdot \text{s})} \dots (6)$$

Menghitung koefisien linearitas:

$$CL = \frac{\left(\frac{\mu\text{Gy}}{\text{mAs}} \right)_{\text{TIKUN}} - \left(\frac{\mu\text{Gy}}{\text{mAs}} \right)_{\text{TIKRI}}}{\left(\frac{\mu\text{Gy}}{\text{mAs}} \right)_{\text{TIKUN}} + \left(\frac{\mu\text{Gy}}{\text{mAs}} \right)_{\text{TIKRI}}} \dots (7)$$

Atau dengan software pengolah data (calculator, excel) hitung nilai ($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$), plot data antara list mA atau mAs dengan ($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$), kemudian buat grafik garis lurus (linier) dan hitung/tampilan koefisien regresi linear R. Nilai R adalah koefisien linearitas (CL).

4. Uji reproduksibilitas

Untuk memeriksa konsistensi keluaran radiasi, tegangan dan waktu pada beberapa eksposi dalam pengaturan generator yang tetap.

▪ Keluaran radiasi :

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\mu\text{Gy}_i - \overline{\mu\text{Gy}})^2}{n-1}} \dots (8)$$

n adalah banyaknya pengukuran, μGy adalah μGy rata-rata

▪ Tegangan puncak:

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(kVp_i - \overline{kVp})^2}{n-1}} \dots (9)$$

kVp adalah kVp rata-rata

▪ Waktu eksposi:

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(ms_i - \overline{ms})^2}{n-1}} \dots (10)$$

n adalah banyaknya pengukuran, ms adalah ms rata-rata

- Menghitung koefisien variasi (CV)
Keluaran radiasi $CV = \frac{SD}{\mu Gy} \dots (11)$

$$\text{Waktu eksposi } CV = \frac{SD}{Ms} \dots (12)$$

$$\text{Tegangan puncak } CV = \frac{SD}{kVp} \dots (13)$$

Perhitungan nilai CV dapat juga dihitung dengan software pengolah data dengan menghitung nilai SD dan CV dari hasil pengukuran keluaran radiasi/waktu eksposi/tegangan puncak.

5. Uji kualitas berkas (HVL) bertujuan untuk menilai kualitas berkas sinar X dan kecukupan filtrasi untuk menyaring radiasi sinar X energy rendah. Nilai HVL = nilai HVL yang terbaca pada alat ukur, Menggunakan alat ukur HVL dan tidak ada pengaturan untuk 80 kVp, Plot kVp-terukur versus HVL terukur, Menggunakan kalkulator atau excel (pengolah data) buat grafik garis lurus., Tentukan persamaan linieritas, Hitung HVL pada 80 kVp, menggunakan dosimeter, Plot paparan radiasi yang terukur versus ketebalan filter yang digunakan, Menggunakan kalkulator atau excel (pengolah data) buat grafik garis lurus, Nilai HVL adalah nilai ketebalan filter pada titik tengah (separo) dari paparan radiasi yang terukur, Atau dapat juga menggunakan rumus

$$HVL = \frac{t_1 \ln(2D_2 / D_0) - t_2 \ln(2D_1 / D_0)}{\ln(D_2 / D_1)} \dots (14)$$

D_0 = dosis yang terukur tanpa filter

D_1 = dosis yang lebih kecil dari $\frac{1}{2} D_0$

D_2 = dosis yang lebih besar dari $\frac{1}{2} D_0$

t_1 = ketebalan aluminium pada D_1

t_2 = ketebalan aluminium pada D_2

Nilai Lolos Uji $HVL \geq 2.1 \text{ mmAl}$ pada 70 kVp

6. Uji kebocoran wadah tabung
Bertujuan untuk mengetahui posisi dan nilai kebocoran wadah tabung.
Perhitungan kebocoran

$$\text{Leakage (L)} = \dot{X} \frac{mA_{cont}}{mA_{set}} \frac{1}{1000} \left(\frac{mGy}{jam} \right)$$

Dimana :

X = laju dosis terukur ($\mu Gy/jam$)

kV_{max} = kVp maksimum mesin (kV)

kV_{set} = kVp saat eksposi dilakukan (kV)

mA_{cont} = Arus kontinu alat (mA).

mA_{set} = Pengaturan mA saat eksposi dilakukan (mA)

- Nilai lolos uji: $L \leq 1 \text{ mGy/jam}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji kolimasi berkas sinar X

1. Uji iluminasi

Tabel 1. Hasil uji iluminasi

Area penyinar	Titik ukur	Pengukuran (Lux)
an 25 cm x 25cm SID 100 cm	Area 1	475
	Area 2	473
	Area 3	471
	Area 4	470
	Rerata (Lux)	473
	Cahaya latar (Lux)	180
	FK	0.02
	Hasil Uji (Lux)	293
	Nilai lolos uji	$\geq 100 \text{ lux}$

Iluminasi = rata-rata lux terukur - lux latar
= 472,25 - 180

= 292,25 lux

2. Selisih lapangan kolimasi dengan berkas sinar-X

Tabel 2. Hasil uji selisih lapangan kolimasi

Area penyinar	Titik ukur	Tepi lap. cahaya (cm)
an 18 cm x 14 cm kVp-set 55	X_1	9
	X_2	9
	Y_1	7
	Y_2	7
	$ \Delta_1 + \Delta_2 $ (% SID)	1.2
	$ \Delta_1 + \Delta_2 $ (% SID)	1.3
	$\Delta X + \Delta Y$ (% SID)	2.5
	Nilai lolos uji	$\Delta X \text{ dan } \Delta Y \leq 2\%$ SID, $ \Delta X + \Delta Y \leq 3\% \text{ SID}$

$$\begin{aligned} \Delta X (\% \text{SID}) &= \frac{|X1| + |X2|}{SID} \times 100\% \\ &= \frac{0,2 + 0,4}{100} \times 100\% \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

$$\Delta Y(\%SID) = \frac{|Y1| + |Y2|}{SID} \times 100\%$$

$$= \frac{0,4 + 0,7}{100} \times 100\%$$

$$\Delta X + \Delta Y = |\Delta X|(\%SID) + |\Delta Y|(\%SID)$$

$$= 0,6 + 0,7$$

$$= 1,3$$

3. Ketegaklurusan berkas sinar X

Tabel 3 uji ketegaklurusan berkas sinar X

Ketegaklurusan	Hasil ukur (°)	Nilai lolos uji
	1	3°

Ketegaklurusan berkas sinar X diukur berdasarkan pergeseran titik pusat penyinaran pada film.

Gambar 4.1. ilustrasi Kolimator tes

$$\tan \theta = \frac{ab}{ae}$$

$$\frac{de}{ab} = \frac{ce}{ac} \Rightarrow ab = \frac{de \times ac}{ce}$$

$$\tan \theta = \frac{de \times ac}{ae \times ce}$$

B. Uji generator dan tabung sinar X

1. Uji Akurasi tegangan

Tabel 4 Hasil uji Akurasi tegangan

No	kVp-set	kVp-ukur	error (%)	Nilai lolos uji	uGy	uGy/mAs	Grafik Output vs kVp
1	50	50.02	0.0%	e max ≤ 10%	373.66	0.02
2	60	60.25	0.4%		587.80	0.03	
3	70	69.68	-0.5%		810.06	0.04	
4	80	79.43	-0.7%		1041.34	0.05	
5	90	89.66	-0.4%		1328.25	0.07	
6	100	99.18	-0.8%		1616.28	0.08	
e max			0.4%	Akurasi kV Lolos?		Lolos	
informasi dosis keluaran pada 60 kVp			0.03	uGy/mAs			
informasi dosis keluaran pada 70 kVp			0.04	uGy/mAs			
informasi dosis keluaran pada 80 kVp			0.05	uGy/mAs			
informasi dosis keluaran pada 90 kVp			0.07	uGy/mAs			

$$\text{Error} = \frac{kV_{p,ukur} - kV_{n.set}}{kV_{n.set}} \times 100 = 0,4 \%$$

2. Uji akurasi Waktu penyinaran

Tabel 5 Hasil uji Akurasi waktu penyinaran

No	ms-set	ms-ukur	error (%)	Nilai lolos uji	uGy	uGy/mAs	Grafik Output vs ms
1	50	50.7	1%	e max ≤ 10%	408.23	40.82
2	100	100.9	1%		807.72	40.39	
3	200	200.2	0%		1619.76	40.49	
4	400	401.0	0%		3191.71	39.90	
5	800	799.9	0%		6320.93	39.51	
e max			1.4%	Akurasi waktu Lolos?		Lolos	

Pada tabel 5 diatas prosentase error yang diperoleh pada setiap perhitungan dibandingkan dan diambil nilai error yang maksimum yaitu dibawah 10 %.

No	Parameter Uji Kesesuaian		Hasil Uji				Nilai Lolos Uji
kVp-set fokus	70	s-set	0.1	SID (cm)	100		
	besar						
No	mA	kVp-ukur	uGy	uGy/mAs	CL	Nilai lolos uji	Grafik Output vs Ma
1	200	69.72	808.67	40.43	0.01	CL ≤ 0,1
2	250	69.65	1011.84	40.47			
3	320	69.68	1304.01	40.75			
4	400	69.78	1608.78	40.22			
5	500	69.77	2025.64	40.51			
kVp-set fokus	70	s-set	0.1	SID (cm)	100		
	kecil						
No	mA	kVp-ukur	uG	uGy/mAs	CL	Nilai lolos uji	Grafik Output vs mA
1	50	69.71	200.48	40.10	0.01	CL ≤ 0,1
2	100	69.63	403.93	40.39			
3	125	69.79	493.98	39.52			
4	160	69.61	649.08	40.57			
CL max			1.3%	Linearitas Lolos?		Lolos	

3. Uji linieritas

Tabel 6 Hasil uji Akurasi linieritas

Pada uji linieritas dilakukan pada semua variasi mA dan mAs yang berbeda. mA besar diambil pada rentang 200-500mA, sedangkan mA kecil diambil pada rentang 50-160 mA, untuk mengetahui nilai koefisien linieritas dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$CL = \frac{40.75 - 40.22}{40.74 + 40.22} = 0.53 = 0,01 \text{ (fokus besar)}$$

$$CL = \frac{40.57 - 39.52}{40.57 + 40.22} = 1.05 = 0,01 \text{ (fokus kecil)}$$

4. Uji reproduksibilitas tegangan, waktu dan dosis penyinaran

Tabel 7 Hasil uji reproduksibilitas tegangan

kVp-set fokus	70	mA-set s-set	200
	besar		0.1

No.	kV	s	uGy
	1	69.67	0.100	808.72
	2	69.60	0.100	809.13
	3	69.50	0.100	810.58
	4	69.72	0.100	810.65
	5	69.68	0.100	810.06
	Rerata	69.63	0.100	809.83
	Std	0.0883	0.0000	0.8676
	CV	0.001	0.000	0.001
	Nilai lolos uji		CV ≤ 0,05	

Keluaran radiasi :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\mu Gy_i - \overline{\mu Gy})^2}{n-1}}$$

$$= \frac{809.83}{0.001} = 0,001$$

Waktu eksposi :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ms_i - \overline{ms})^2}{n-1}}$$

$$= \frac{0.000}{0.000} = 0,000$$

Tegangan puncak :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (kVp_i - \overline{kVp})^2}{n-1}}$$

$$= \frac{0.0883}{0.000} = 0,0883$$

A.	Kolimasi Berkas Sinar-X			
	1. Iluminasi (Illum)	Illum =	293 lux	Illum $\geq$ 100 lux
	2. Selisih lapangan kolimasi dengan lapangan	Δx =	1.2 % SID	$\Delta x, \Delta y \leq$ 2,0 % SID
	berkas sinar-X (Δ)	Δy =	1.3 % SID	$ \Delta x + \Delta y \leq$ 3,0 % SID
		$ \Delta x + \Delta y =$	2.5 % SID	
B.	Generator dan Tabung Sinar-X			
	1. Akurasi tegangan	e maks =	0.8% pada 100 kVp	$e \leq \pm$ 10%
	2. Akurasi waktu penyinaran	e maks =	1% pada 0.05 second	$e \leq \pm$ 10%
	3. Linieritas keluaran radiasi	CL =	0.01 pada Fokus Besar	CL $\leq$ 0,1
	4. Reprodusibilitas keluaran radiasi	CL =	0.01 pada Fokus Kecil	CL $\leq$ 0,1
	Keluaran radiasi (output)	CV =	0.001	CV $\leq$ 0,05
	Tegangan puncak (kVp)	CV =	0.001	CV $\leq$ 0,05
	Waktu penyinaran (ms)	CV =	0.000	CV $\leq$ 0,05
	5. Kualitas berkas sinar-X	HVL =	2.8 mmAl pada setting 70 kVp	HVL $\geq$ 2,1 mmAl (70 kVp)
	6. Kebocoran wadah tabung (L)	HVL =	3.2 mmAl pada setting 80 kVp	HVL $\geq$ 2,3 mmAl (80 kVp)
		L =	0.007 mGy dalam 1 jam	L $\leq$ 1 mGy/jam

RESUME HASIL UJI**KESIMPULAN**

Uji kesesuaian pesawat sinar X radiography mobile merk DRGEM type Topaz-40 D bertujuan untuk mencegah paparan yang tidak diperlukan serta sebagai perwujudan dari program prioritas BAPETEN no 1 yaitu penguatan jaminan perlindungan keselamatan pasien radiologi. Dari data diatas semua parameter uji kesesuaian pesawat sinar X radiography mobile merk DRGEM type Topaz-40 D dinyatakan

ANDAL. Hal ini dilihat uji iluminasi berkas kolimator didapatkan hasil 292,25 lux, uji Selisih lapangan kolimasi dengan berkas sinar-X dinyatakan dalam rentang nilai lolos uji dimana nilai $\Delta X=0,6$ dan $\Delta Y=0,7$, Uji ketepatan berkas/aligment obyek menunjukkan penyimpangan titik pusat penyinaran pada film sebesar 1 derajat, Uji akurasi tegangan tabung sinar X error maksimal didapat 0,4. Uji akurasi waktu penyinaran dilakukan dengan faktor

eksposi kVp tetap pada focus besar, hasil uji menunjukkan nilai simpangan / error 1,4 % (dibawah 10 %..), Koefisien linieritas yang diperoleh berdasarkan uji keluaran (output) radiasi sebesar 0,047 sedangkan nilai CL yang diperkenankan yaitu $\leq 0,1$. Coefisien of Variation (CV) yang diperoleh Coefisien of Variation tegangan (kVp) = 0,001 , Coefisien of Variation waktu (s) = 0,000 , Coefisien of Variation paparan radiasi (mGy) = 0,001 , sedangkan nilai Coefisien of Variation (CV) yang diperkenankan ialah $\leq 0,05$.

Pada uji kualitas berkas (HVL) menggunakan settingan 70 dan 80 Kv dengan filter permanen. Hasil ukur menunjukkan kisaran 2,8 mmAl dan 3,2 mmAl. sedangkan nilai lolos uji yaitu $\geq 2,3$ mmAl. Uji kebocoran tabung, didapatkan nilai 0.007mGy/jam hasil pengukuran ini masih dalam rentang nilai lolos uji (<1 mGy/jam) sesuai ketentuan PERBA BAPETEN No.2 Tahun 2018. Pengujian informasi dosis pasien tidak dilakukan menurut PERBA no.2 tahun 2018.

UCAPAN TERIMA KASIH

PT. Mulya Husada Jaya yang sudah mengizinkan dalam penelitian bersama. Semua jajaran pimpinan dan civitas akademik Universitas Kadiri khususnya fakultas ilmu kesehatan

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia. Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X
BAPETEN. Peraturan Perundang-undangan Ketenaganukliran Bidang Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif. 2008;
BAPETEN. Petugas Proteksi Radiasi Radiodiagnostik. 2008;
Hastuti P, Syafitri I, Susanto W. Uji Kesesuaian sebagai Aspek Penting Dalam Pengawasan Penggunaan Pesawat Sinar-X di Fasilitas Radiologi Diagnostik. Semin Nas Sains dan Teknol Nukl. 2009;269-77.
IAEA Safety Standards Radiation Protection and Safety of Radiation Sources
IAEA Training Material on Radiation Protection in Diagnostic and Interventional Radiology

Jauhari A. Bekas Sinar -X dan Pembentukan Gambar. 2008;
Keputusan Direktur Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir Nomor: 0001/DK2N/I/2020 Tentang: Petunjuk Teknis Parameter Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional
Mukminah N, Iswadi, Ihsan. X-Ray Mobile Dengan Menggunakan Piranha. Al-Kimia. 2014;VOL 2, NO(ISSN 2302-2736):76-85.
PP No.29 Tahun 2008 Tentang Perijinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir
PP No.33 Tahun 2007 Tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan Sumber Radioaktif
Radiologi Diagnostik dan Intervensional. 2018;
Safety Series No. 115_1996 Basic Safety Standards for Protection and Safety of Radiation Source
Suprayitno, E., Rahmawati, S., Ragayasa, A., & Pratama, M. Y. (2020). Pengetahuan dan Sikap Masyarakat dalam Pencegahan COVID-19. *Journal Of Health Science (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, 5(2), 68-73.
Susanti R, Milvita D, Sandy KYP. Uji Kesesuaian Pesawat CT - Scan 64 Slice Merek Philips di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas Padang Menggunakan Detektor Unfors Raysafe X2. J Fis Unand. 2017;6(4):355-61.
Suseno D, S K. Workshop Tentang Batas Toleransi Pengukuran Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X. 2008;
Wiharja U, Kodir A, Bahar A. Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi. 2019;0-7.