

Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi Gigi *Panoramic Cephalometri* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI

Kanayanaquita¹, Nita Handayani¹, Ali Roo'in Mas'uul²

¹Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

²Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI, D I Yogyakarta

¹E-mail: naquitanyakanaya24@gmail.com

Abstrak. Pelaksanaan uji kesesuaian merupakan bagian dari program Quality Assurance (QA) dan Quality Control (QC) pada pesawat sinar-X radiologi diagnostik untuk memastikan pesawat sinar-X radiologi diagnostik dalam keadaan andal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai uji parameter pada uji kesesuaian beberapa pesawat sinar-X radiografi, dan menganalisis nilai uji parameter dengan nilai lolos uji sesuai ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022. Uji kesesuaian pada penelitian ini dilakukan pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri dengan merek Carestream Dental tipe CS8100SC dengan no seri LEIG297 yang ada di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI. Parameter yang diuji yaitu terdiri dari uji kolimasi berkas sinar-X dan uji generator dan tabung sinar-X. Nilai uji parameter pada uji kesesuaian dalam penelitian ini menghasilkan nilai-nilai yang sesuai dengan nilai batas lolos uji berdasarkan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022. Berdasarkan hasil nilai uji parameter dari uji kesesuaian, dapat disimpulkan bahwa pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri termasuk dalam kategori andal dan layak digunakan dalam pemeriksaan klinis.

Kata kunci: Uji kesesuaian, Quality Assurance (QA), Quality Control (QC), Pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

Abstract. The implementation of compliance testing is part of the Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) program for diagnostic radiology X-ray machines to ensure that the diagnostic radiology X-ray machines are in a reliable condition. This research aims to determine the test parameter values in the compliance test of several radiographic X-ray machines and to analyze the test parameter values against the passing test values according to the provisions of PERKA BAPETEN No. 2 of 2022. The compliance test in this study was conducted on a panoramic cephalometric dental radiographic X-ray machines at the Islamic Hospital Yogyakarta PDHI. The parameters tested include X-ray beam collimation and generator and X-ray tube. The test parameter values in the compliance test of this research yielded values that are in accordance with the passing test limit values based on PERKA BAPETEN No. 2 of 2022. Based on the test parameter values from the compliance test, it can be concluded that the panoramic cephalometric dental radiographic X-ray machines fall into the category of reliable and suitable for clinical examinations.

Keywords: Compliance test, Quality Assurance (QA), Quality Control (QC), Panoramic cephalometric dental radiographic X-ray machines

1. Pendahuluan

Radiasi pengion seringkali hanya dianggap sebagai istilah yang menimbulkan konotasi negatif dalam bentuk masyarakat umum. Seiring perkembangan teknologi radiasi pengion berkembang sangat pesat dalam bidang medis khususnya pada bagian radiologi, yaitu sinar-X [1]. Pada bagian radiologi diagnostik, sinar-X digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit atau kelainan organ tubuh. Salah satu penggunaan modalitas sinar-X pada bidang medis yaitu pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri.

Pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* merupakan modalitas radiologi yang digunakan dalam praktik kedokteran gigi yang dapat membantu untuk menentukan diagnosis pada seluruh rongga mulut dan tengkorak pada posisi lateral [2]. Berkas sinar-X akan menembus area tubuh dan akan direkam oleh film radiografi atau detektor, sehingga akan terbentuk citra dari bagian tubuh yang disinari [3]. Ketika radiasi mencapai tubuh manusia akan menyebabkan ionisasi pada sel-sel tubuh. Proses ionisasi dapat mengakibatkan kerusakan sel, perubahan pada sel, atau kematian, atau yang biasa disebut efek biologi radiasi [4]. Individu manusia dapat terjadi efek biologis apabila terpapar radiasi secara berlebih.

Pencegahan pengeluaran paparan radiasi berlebih dapat dilakukan keselamatan radiasi. Pada modalitas pesawat sinar-X radiografi, dapat dilakukan uji kesesuaian secara berkala. Uji kesesuaian merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk memastikan pesawat sinar-X dalam kondisi andal, pada saat pemeriksaan diagnostik ataupun intervensional dan sesuai dengan perturan perundang-undangan. Uji kesesuaian merupakan landasan suatu program jaminan mutu pada bidang radiodiagnostik. Mutu dan keamanan pada layanan radiodiagnostik adalah hal yang penting karena dapat menimbulkan risiko terhadap petugas, pasien, dan lingkungan sekitarnya jika tidak dikelola dengan baik [5]. Pelaksanaan uji kesesuaian merupakan salah satu jaminan dari program *Quality Assurance* (QA) yang meliputi teknik pemantauan, pemeliharaan alat serta sistem radiologi dan *Quality Control* (QC) untuk memastikan bahwa kinerja peralatan yang digunakan masih dalam keadaan andal sehingga menghasilkan citra / gambar yang optimal [6]. Uji kesesuaian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja komponen-komponen penting yang mempengaruhi dosis radiasi yang diterima oleh pasien dan hasil kualitas citra yang diperoleh juga tetap optimal. Uji kesesuaian pada pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* meliputi parameter penting yang berhubungan dengan pengambilan citra yaitu uji kolimasi berkas sinar-X dan uji generator dan tabung sinar-X. Uji kesesuaian pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* ditetapkan pada PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022.

Penelitian tentang uji kesesuaian telah dilakukan oleh Kurniawan dkk, (2023) pada pesawat sinar- X radiografi *panoramic cephalometri* merek Carestream dental CS8100SC menggunakan alat ukur RaySafe. Uji kesesuaian yang dilakukan menggunakan film Gafchromic, dengan parameter uji yaitu uji kolimasi berkas sinar-X, uji akurasi tegangan, uji akurasi waktu, uji linieritas, uji reproduksibilitas, uji kualitas berkas sinar-X (HVL), dan uji kebocoran wadah tabung. hasil yang diperoleh yaitu pesawat sinar-X radiografi *panoramic cephalometri* merek Carestream Dental CS8100SC di Laboratorium Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Semarang dalam keadaan andal sesuai ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2018 [8].

Penelitian ini akan dilakukan kajian keselamatan radiasi yaitu uji kesesuaian pada pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* dengan merek di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI yang merupakan modalitas baru dan belum memiliki sertifikat uji kesesuaian. Uji kesesuaian ini dilakukan pada setiap parameter uji pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri*. Data yang diperoleh akan berupa nilai ukur pada setiap parameter uji yang dilakukan, dan hasil data ini akan dilakukan analisis dan dibandingkan dengan nilai lolos uji berdasarkan EPRKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI pada unit pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* dengan merek Carestream Dental tipe CS8100SC no. Seri LEIG297. Penelitian ini meliputi parameter yaitu uji kolimasi berkas sinar-X yang terdiri dari uji kolimasi berkas sinar-X mode panoramic dan mode cephalometri, serta uji generator tabung sinar-X yang meliputi uji akurasi tegangan, uji linieritas keluaran radiasi, uji reproduksibilitas, uji kualitas berkas sinar-X (HVL), dan uji kebocoran wadah tabung sinar-X. Alat ukur yang digunakan yaitu multimeter dengan merek Piranha tipe CB2-08100362; surveymeter dengan merek RadEye tipe G20 31754; perangkat lunak Ocean NextTM; dan meteran. Prosedur penelitian ini dimulai dari persiapan alat, kemudian pengukuran uji parameter, dan dilakukan analisis data yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Persiapan alat seperti menghidupkan pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri dan komputer. Mempersipkan alat ukur yang digunakan yaitu multimeter yang disambungkan ke perangkat lunak Ocean Next TM.

Pengukuran uji parameter yang dilakukan yaitu uji kolimasi berkas sinar-X dan uji generator yang akan dijelaskan sebagai berikut.

2.1 Uji kolimasi berkas sinar-X

Uji kolimasi berkas sinar-X dilakukan pada dua mode yaitu mode *panoramic* dan mode *cephalometri*. Tahapan pengukuran uji kolimasi berkas sinar-X secara detail dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Mode *panoramic*, uji kolimasi berkas sinar-X pada mode *panoramic* terdiri dari uji kesesuaian dimesi berkas sinar-X dengan dimensi *slit* dan uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra. Pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* diatur pada posisi mode *panoramic*, kemudian dilakukan pengukuran pada dimensi *slit*, dan dilakukan eksposi menghasilkan berkas sinar-X. Hasil berkas sinar-X dimensi *slit* dilakukan analisa geometri dan diukur menggunakan *measurement tools* pada komputer pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri*. Selanjutnya, uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra juga dilakukan sama seperti uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi *slit*.
- 2) Mode *cephalometri*, uji kolimasi berkas sinar-X pada mode *cephalometri* terdiri dari uji jarak titik fokus ke *mid sagittal* dan uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra. uji jarak titik fokus ke *mid sagittal* dilakukan pengukuran antara jarak *focal spot* dan tegak lurus ke bidang *mid sagittal* pasien. Kemudian pada uji kesesuaian dimensi berka sinar-X dengan dimensi reseptor citra pada mode *cephalometri* dilakukan sama seperti pada mode *panoramic* dan dilakukan analisa geometri menggunakan *measurement tools* pada komputer pesawat sinar-X gigi *panoramic cephalometri*.

2.2 Uji generator dan tabung sinar-X

Uji generator dan tabung sinar-X terdiri dari uji akurasi tegangan, uji linieritas keluaran radiasi, uji reproduksibilitas, uji kualitas berkas sinar-X, dan uji kebocoran wadah tabung, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Uji akurasi tegangan, dilakukan dengan meletakkan detektor multimeter pada titik tengah detektor *panoramic*, kemudian dilakukan ekspos sebanyak lima kali dengan tegangan yang berbeda-beda. Pada multimeter menghasilkan nilai tegangan terukur, kemudian dicatat. Uji akurasi tegangan menghasilkan nilai persentase eror yang ditentukan dengan persamaan (2.1) [9] berikut.

$$\%error = \frac{kVp_{ukur} - kVp_{set}}{kVp_{set}} \times 100\% \quad (2.1)$$

- 2) Uji linieritas keluaran radiasi, dilakukan sama seperti uji akurasi tegangan, namun dilakukan pada besaran arus yang berbeda-beda. Pada multimeter menghasilkan nilai keluaran radiasi yang terukur, kemudian di catat. Uji linieritas keluaran radiasi menghasilkan nilai *coefficient of linierity* (CL) yang ditentukan dengan persamaan (2.2) [9] berikut.

$$CL = \frac{X_{max} - X_{min}}{X_{max} + X_{min}} \quad (2.2)$$

- 3) Uji reproduksibilitas, dilakukan dengan nilai tegangan, arus, dan waktu penyinaran yang konstan dan dilakukan ekspos sebanyak 5 kali pegulangan. Pada multimeter menghasilkan nilai tegangan, keluaran radiasi, dan waktu penyinaran yang terukur, kemudian dicatat. Uji reproduksibilitas menghasilkan nilai *coefficient of variation* (CV) pada tegangan, keluaran radiasi, dan waktu penyinaran yang dapat ditentukan dengan persamaan (2.3) [9] berikut.

$$CV = \frac{\Delta x}{x} \quad (2.3)$$

- 4) Uji kualitas berkas sinar-X (HVL), dilakukan dengan tegangan 70 kV pada multimeter akan terukur nilai HVL, dan dicatat.
- 5) Uji kebocoran wadah tabung, dilakukan menggunakan surveymeter yang diletakkan 100 cm pada tabung sinar-X. Pengukuran dilakukan pada posisi yang berbeda yaitu kanan, belakang, kiri, atas, dan bawah tabung sinar-X. Pada setiap posisi dilakukan eksposi dan pada surveymeter terukur nilai laju paparan, dan dicatat. Uji kebocoran wadah tabung menghasilkan nilai kebocoran tabung atau *Leakage* (L) yang dapat ditentukan dengan persamaan (2.4) [10] berikut.

$$Leakage (L) = X \left(\frac{kV_{max}}{kV_{set}} \right)^2 \frac{mA_{cont}}{mA_{set}} \frac{1}{1000} \quad (2.4)$$

Data yang dihasilkan kemudian dilakukan pengolahan data dengan persamaan (2.1) hingga (2.4) sesuai parameter. Hasil pengolahan data, diklasifikasikan sesuai parameter uji dan dilakukan analisis data dengan dibandingkan dengan nilai ketetapan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022, nilai yang dihasilkan lebih rendah atau lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ketetapan.

3. Hasil dan Pembahasan

Uji kesesuaian pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri menghasilkan nilai sesuai uji parameter yang dilakukan, terdiri dari uji kolimasi berkas sinar-X dan uji generator dan tabung sinar-X yang akan dijelaskan sebagai berikut.

3.1 Uji kolimasi berkas sinar-X

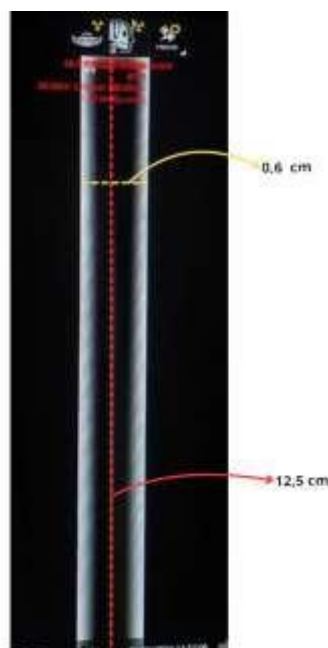
Berdasarkan hasil pengukuran uji parameter kolimasi berkas sinar-X terdiri dari dua mode yaitu, mode panoramic dan mode cephalometri yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1) Mode panoramic

Uji kolimasi berkas sinar-X mode panoramic dibagi menjadi dua yaitu uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi slit dan uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra. pengukuran uji kolimasi berkas sinar-X mode panoramic menghasilkan nilai lebar dan tinggi dari dimensi slit serta dimensi berkas sinar-X dan dari dimensi reseptor citra serta dimensi berkas sinar-X. Hasil uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi slit ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi slit pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

Dimensi	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
Dimensi <i>Slit</i>	0,6	12,6
Dimensi berkas sinar-X di depan <i>Slit</i>	0,6	12,5



Gambar 1. Hasil dimensi berkas sinar-X di depan slit pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

Uji kesesuaian pada dimensi *slit* menghasilkan tinggi 12,6 cm dan lebar 0,6 cm, sedangkan pada dimensi berkas sinar-X di depan *slit* menghasilkan tinggi 12,5 cm dan lebar 0,6 cm. Pada ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022 memiliki batas nilai lolos uji kesesuaian dimensi *slit* dengan berkas sinar-X yaitu dimensi berkas sinar-X di depan *slit* \leq dimensi *slit* [7], sehingga dapat ditentukan bahwa pengukuran yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan. Batas nilai lolos uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X di depan *slit* \leq dimensi *slit*, ditetapkan untuk memastikan bahwa berkas sinar-X dapat menghasilkan citra yang akurat dan berkualitas tinggi. Kesesuaian dimensi, memastikan bahwa dimensi berkas sinar-X sesuai dengan dimensi *slit* tidak terjadi distorsi untuk kebutuhan diagnosis yang akurat. serta dapat membatasi dosis radiasi yang diterima oleh pasien dapat terkontrol dengan baik, dan mengurangi paparan radiasi yang berlebihan. Selanjutnya, uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 2 berikut.

Tabel 2. Hasil uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra mode panoramic pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

Dimensi	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
Dimensi Reseptor Citra	NA	13,0
Dimensi Berkas sinar-X pada Reseptor Citra	21,6	10,2



Gambar 2. Hasil dimensi berkas sinar-X pada reseptor citra mode panoramic pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

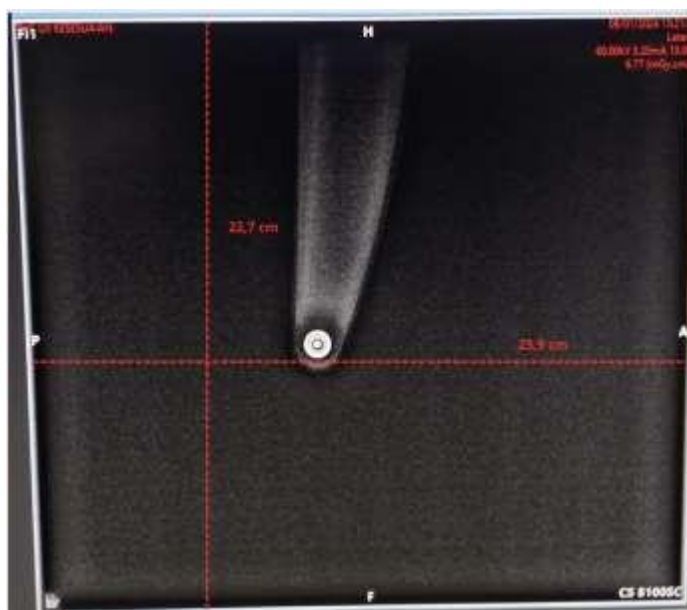
Uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor menghasilkan pada dimensi reseptor citra menghasilkan tinggi 13 cm dan lebar tidak tercatat, serta pada dimensi berkas sinar-X pada reseptor citra menghasilkan tinggi 10,2 cm dan lebar 21,6 cm. pada dimensi reseptor citra nilai lebar tidak tercatat, dikarenakan bahwa pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* yang digunakan merupakan tipe *Digital Radiography* yang dimana umumnya lebar pada dimensi reseptor citra tidak dapat terukur secara langsung namun dapat dilihat pada spesifikasi dari pesawat sinar-X radiografi gigi yang digunakan. Pada ketetapan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022 memiliki batas nilai lolos uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra yaitu dimensi dimensi berkas sinar-X pada reseptor citra \leq dimensi reseptor citra, sehingga dapat ditentukan bahwa pengukuran yang dihasilkan sesuai dengan ketetapan. Batas nilai lolos uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra, yaitu untuk memastikan bahwa gambar yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diinginkan. Kesesuaian dimensi ini memastikan bahwa dimensi berkas sinar-X sesuai dengan dimensi reseptor citra membantu menghasilkan gambar yang jelas dan tidak terjadi distorsi yang sangat penting untuk kebutuhan diagnosis yang akurat. Serta dosis radiasi yang dikeluarkan dapat terkontrol dan mengurangi risiko paparan yang berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa uji kolimasi berkas sinar-X mode *panoramic* yang dihasilkan pada pesawat sinar-X *panoramic cephalometri* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.

1) Mode *cephalometri*

Uji kolimasi berkas sinar-X pada mode *cephalometri* dibagi menjadi dua yaitu uji jarak fokus ke posisi *mid sagittal* pasien dan uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra. Pada uji jarak titik fokus ke posisi *mid sagittal* dilakukan dengan mengukur jarak antara titik fokus (*focal spot*) ke posisi *mid sagittal* pasien. Pada pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI menghasilkan nilai jarak yaitu 154 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* tidak melewati batas nilai lolos uji ketetapan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022 yaitu ≥ 150 cm. Batas nilai lolos uji jarak titik fokus ke posisi *mid sagittal* pasien memastikan bahwa citra yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik sesuai dengan standar yang diinginkan tanpa terjadi distorsi untuk kebutuhan diagnosis yang akurat. jarak titik fokus yang akurat juga memungkinkan untuk dosis radiasi yang diterima pasien dapat dikendalikan dengan lebih efektif, sehingga mengurangi risiko paparan radiasi yang berlebihan. Kemudian, uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra ditunjukkan pada tabel 3 dan gambar 3 berikut.

Tabel 3. Hasil uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra mode *cephalometri* pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic *cephalometri*

Parameter	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
Dimensi Reseptor citra	26,0	24,0
Dimensi Berkas sinar-X	25,9	22,7



Gambar 3. Hasil dimensi berkas sinar-X pada reseptor citra mode *cephalometri* pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic *cephalometri*

Uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra pada mode *cephalometri* menghasilkan nilai pada dimensi reseptor citra yaitu tinggi 24 cm dan lebar 26 cm, sedangkan pada dimensi berkas sinar-X pada reseptor citra yaitu tinggi 22,7 cm dan lebar 25,9 cm. Pada ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022 batas nilai lolos uji kesesuaian dimensi berkas sinar-X dengan dimensi reseptor citra yaitu dimensi berkas sinar-X \leq dimensi reseptor citra atau berkas sinar-X sesuai/simetris dengan reseptor citra, sehingga dapat ditentukan bahwa pengukuran yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan. Kesesuaian dimensi, memastikan citra yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diinginkan dan memastikan tidak terjadi distorsi untuk kebutuhan diagnosis yang akurat dan memungkinkan untuk mengurangi risiko paparan radiasi yang berlebih. Hal ini menunjukkan bahwa uji kolimasi berkas sinar-X mode *cephalometri* yang dihasilkan pada pesawat sinar-X *panoramic cephalometri* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.

3.2 Uji generator dan tabung sinar-X

Berdasarkan hasil pengukuran uji parameter generator dan tabung sinar-X terdiri dari, uji akurasi tegangan, uji linieritas keluaran radiasi, uji reproduksibilitas, uji kualitas berkas sinar-X (HVL), dan uji kebocoran wadah tabung.

1) Uji akurasi tegangan

Pengukuran uji akurasi tegangan dilakukan untuk menguji kesesuaian antara nilai kVp hasil pengukuran non-invasive dengan nilai pengaturan pada panel kontrol [8]. Hasil uji akurasi tegangan dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil uji akurasi tegangan pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

No.	Tegangan Setting (kVp-Set) (kV)	Arus Setting (mA)	Waktu Setting (s)	Tegangan terukur (kVp-ukur) (kV)	eror (%)	eror maksimal (%)
1.	65			64,82	0,27	
2.	75	8,0	7,2	74,13	1,16	2,64
3.	85			82,76	2,64	

Uji akurasi tegangan menghasilkan nilai persentase eror maksimal dari kelima variasi yaitu 2,64%. Pada ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022. Nilai lolos uji akurasi tegangan yaitu eror maksimal $\leq 6\%$. Batas nilai lolos uji akurasi tegangan membuktikan bahwa tegangan yang digunakan dalam proses pencitraan sesuai dengan nilai yang diinginkan, sehingga menghasilkan gambar/citra yang akurat dan berkualitas tinggi. Kesesuaian tegangan, memastikan bahwa yang digunakan sesuai dengan standar membantu menghasilkan gambar/citra yang jelas dan tidak terjadi distorsi untuk keperluan diagnosis yang akurat. Akurasi tegangan yang baik dapat menghasilkan dosis radiasi yang diterima oleh pasien dapat dikontrol dan mengurangi paparan radiasi yang berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji akurasi tegangan pada panel kontrol dengan tegangan yang terukur pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.

2) Uji linieritas keluaran radiasi

Pengukuran uji linieritas keluaran radiasi dilakukan untuk menguji konsistensi peningkatan keluaran radiasi yang terjadi pada beberapa interbal peningkatan nilai mAs yang relatif sama. Hasil uji linieritas keluaran radiasi dapat dilihat pada tabel 5 berikut

Tabel 5. Hasil uji linieritas keluaran radiasi pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

No.	Tegangan Setting (kVp-Set) (kV)	Waktu Setting (s)	Arus (mA)	Keluaran radiasi (mGy/mAs)	Coefficient of Linearity (CL)
1.			5	0,052	
2.	75	7,2	8	0,051	0,056
3.			12	0,057	

Uji linieritas keluaran radiasi menghasilkan nilai *coefficient of linierity* (CL) yaitu 0,056. Pada ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022, nilai lolos uji linieritas yaitu $CL \leq 0,1$. Batas nilai lolos uji linieritas keluaran radiasi memastikan bahwa keluaran radiasi dari pesawat sinar-X sesuai standar yang diinginkan. Memastikan linieritas keluaran radiasi yang tepat dapat menghasilkan gambar yang jelas dan tidak terjadi distorsi untuk keperluan diagnosis yang akurat. Memastikan linieritas keluaran radiasi, maka dosis radiasi yang diterima oleh pasien dapat dikontrol dan mengurangi risiko paparan radiasi yang berlebih. Hal ini menunjukkan bahwa keluaran arus tabung sinar-X dan konsistensi keluaran radiasi yang terukur pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.

3) Uji reproduksibilitas

Pengukuran uji reproduksibilitas dilakukan untuk menguji kemampuan reproduksi keluaran radiasi, waktu penyinaran, dan tegangan pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri. Hasil uji reproduksibilitas dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil uji reproduksibilitas pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

Kondisi Panel Kontrol			Hasil Pengukuran		
Tegangan Setting (kV)	Arus Setting (mA)	Waktu Setting (s)	Tegangan Terukur (kV)	Waktu terukur (s)	Keluaran Radiasi (mGy)
75	8,0	7,2	74,372	7,220	2,793
			74,348	7,221	2,873
			74,517	7,221	2,780
Rata-rata			74,413	7,221	2,816
Standar Deviasi (%)			0,091	0	0,050
Coefficient of Variation (CV)			0,001	0	0,018

Uji reproduksibilitas menghasilkan nilai *coefficient of variation* (CV), pada tegangan menghasilkan nilai CV yaitu 0,001, pada waktu penyinaran menghasilkan nilai CV yaitu 0, dan ada keluaran radiasi menghasilkan nilai CV yaitu 0,0018. Pada ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022 nilai lolos uji reproduksibilitas yaitu masing-masing nilai $CV \leq 0,05$. Batas nilai lolos uji reproduksibilitas memastikan bahwa hasil pengukuran yang dihasilkan oleh pesawat sinar-X konsisten dan dapat diandalkan. Hasil uji reproduksibilitas ini memastikan reproduksibilitas yang tinggi membantu menghasilkan hasil yang konsisten dari satu pemeriksaan ke pemeriksaan lainnya, yang dimana sangat penting untuk keperluan diagnosis yang akurat. Memastikan reproduksibilitas yang tinggi, dosis radiasi yang diterima oleh pasien dapat dikontrol dengan lebih baik dan mengurangi risiko paparan radiasi yang berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* dalam keadaan andal dan layak untuk dilakukan pengulangan sehingga keluaran tegangan, waktu penyinaran, dan keluaran radiasi dari pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* dapat dikatakan konstan dalam pengaturan generator yang tetap [9].

4) Uji kualitas berkas sinar-X (HVL)

Pengukuran uji kualitas berkas sinar-X (HVL) dilakukan untuk mengevaluasi kualitas berkas sinar-X dan kecukupan filtrasi dalam mengurangi radiasi sinar-X berenergi rendah. Nilai HVL yang dihasilkan pada tegangan 70 kV yaitu 2,93 mmAl, uji kualitas berkas sinar-X menunjukkan bahwa dosis radiasi yang dihasilkan dalam keadaan aman dengan menggunakan filter bawaan/permanen dan tanpa filter tambahan. Nilai lolos uji kualitas berkas sinar-X (HVL) sesuai ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022, pada tegangan 70 kV yaitu $\geq 2,1$ mmAl. Batas nilai lolos uji kualitas berkas sinar-X (HVL) memastikan HVL yang tepat membantu menghasilkan gambar/citra yang jelas dan tidak terjadi distorsi. Dengan memastikan nilai HVL yang tepat, maka dosis radiasi yang diterima oleh pasien dapat dikontrol dengan lebih baik, dan mengurangi risiko paparan radiasi yang berlebih. Hasil dapat ditunjukkan bahwa uji kualitas berkas sinar-X (HVL) pada pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.

5) Uji kebocoran wadah tabung

Pengukuran uji kebocoran wadah tabung dilakukan untuk mengidentifikasi adanya kebocoran wadah tabung sinar-X. Hasil uji kebocoran wadah tabung dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil uji kebocoran wadah tabung pada pesawat sinar-X radiografi gigi panoramic cephalometri

Kondisi Panel Kontrol (setting)	Posisi	Laju Paparan Max ($\mu\text{Gy}/\text{jam}$)	Leakage (mGy/jam)	Leakage Maksimum (mGy/jam)
Tegangan setting (kVp-set) (kV)	90	Kanan	29,30	0,000483
Tegangan maksimal (kVP-max) (kV)	90	Belakang	23,28	0,009603
Arus setting (mA)	2	Kiri	0,25	0,000004
Arus Maksimal (mA)	15	Atas	5,95	0,000098
Arus kontinu (mA)	0,25	Bawah	68,70	0,001134

Uji kebocoran wadah tabung menghasilkan nilai kebocoran maksimum atau *Leakage* (L) maksimum pada setiap posisi. Menghasilkan nilai *Leakage* (L) maksimum pada posisi belakang yaitu 0,009603 mGy/jam. Nilai lolos uji kebocoran wadah tabung sesuai ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022 yaitu $L \leq 1$ mGy/jam. Batas nilai lolos uji kebocoran wadah tabung membuktikan bahwa batas ini dapat memastikan paparan radiasi bocor tetap dibawah tingkar yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Uji kebocoran wadah tabung membatu mengontrol kualitas pesawat sinar-X, agar bekerja dengan baik dan tidak menghasilkan radiasi bocor yang berlebihan. Selain itu, dengan memastikan kebocoran wadah tabung sinar-X tetap dibawah batas yang ditetapkan, hasil penggunaan pesawat sinar-X radiografi akan lebih konsisten dan dapat diandalkan. Hal ini menunjukkan bahwa kebocoran wadah tabung pada pesawat sinar- X radiografi gigi *panoramic cephalometri* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI dalam keadaan andal dan layak untuk penggunaan klinis.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan. Uji kesesuaian yang dilakukan pada pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* dengan merek Carestream Dental tipe CS8100SC dengan no. seri LEIG297 bahwa semua parameter yang diuji menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai lolos uji sesuai dengan ketentuan PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022. Hal ini membuktikan bahwa pesawat sinar-X radiografi gigi *panoramic cephalometri* termasuk dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI sebagai tempat penelitian dan pengambilan data. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas bantuan dana pebelitian yang diberikan kepada penulis sesuai dengan SK No. B-4329/Un.02/L3/TL/09/2024.

Daftar Pustaka

- [1] A. N. Aisah, I. G. N. Sutapa, and N. Wendri, "Penentuan Dosis Paparan Radiasi Pesawat Sinar-X Pemeriksaan Thorax Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT)," *Kappa Journal: Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Hamzanwadi*, vol. 5, no. 2, pp. 240–245, Dec. 2021, [Online]. Available: <http://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj/index>
- [2] A. J. Ulhaq, "Pengaruh Papapran Radiasi Radiografi Panoramik Digital Terhadap Curah Saliva," Semarang, 2019.

- [3] U. Wiharja and A. K. Al Bahar, "Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2019, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, vol. 1, no. 1, 2019.
R. Monita, Z. Rasyid, Muhamadiyah, F. Edigan, and Masribut, "Analisis Penerapan Keselamatan Radiasi Sinar-X pada Petugas Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center (PMC)," *Al-Tamimi Kesmas: Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health Sciences)*, vol. 9, no. 1, pp. 39–49, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.stikes-alinsyirah.ac.id/index.php/kesmas>
- [4] Sriwahyuni, "PENGARUH TEGANGAN TABUNG (KV) TERHADAP KUALITAS CITRA RADIOGRAFI PESAWAT SINAR-X DIGITAL RADIOGRAPHY (DR) PADA PHANTOM ABDOMEN," *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 2, pp. 113–118, Aug. 2017, doi: 10.21009/SPEKTRA.
- [5] K. Sudarsih, S. Rosidah, and T. Budiwati, "PELAKSANAAN PROGRAM KENDALI MUTU PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RSI SULTAN AGUNG SEMARANG," *Seminar Nasional Widya Husada 1*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [6] BAPETEN, "PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR REPUBLIK INDONESIA NOMOR 2 TAHUN 2022 TENTANG PERUBAHAN ATAS PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR NOMOR 2 TAHUN 2018 TENTANG UJI KESESUAIAN PESAWAT SINAR-X RADIOLOGI DIAGNOSTIK DAN INTERVENTSIONAL," 2022.
- [7] A. N. Kurniawan, D. Rochmayanti, and A. D. Prastanti, "Uji Kesesuaian Pesawat Panoramic Cephalometric di Laboratorium Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang (Uji Menggunakan Film Gafchromic)," *JURNAL RADIOGRAFER INDONESIA*, vol. 6, no. 1, May 2023.
- [8] N. Tohiri and A. Muttaqin, "Uji Kesesuaian Kinerja Generator dan Tabung Pesawat Sinar-X Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 11, no. 1, pp. 37–43, Feb. 2022, doi: 10.25077/jfu.11.1.37-43.2022.
- [9] A. S. Hyperastuty, Y. Mukhammad, and Sugeng, "Analisis Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X Radiografi Mobile Merk Drgem Topaz-40d Menggunakan X-Ray Multimeter PIRANHA," *Journal Of Health Science (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, vol. 4, no. 1, pp. 19–26, 2021, [Online]. Available: <https://www.ejournalwiraraja.com/index.php/JIK2356-5284>.