

## Uji Tegangan Tabung Sinar-X pada Pesawat Sinar-X Merk Toshiba dengan Insert Model BLR-1000A di Rumah Sakit Balimed Karangsem Bali

### X-Ray Tube Tension Test on Toshiba Brand X-Ray Aircraft with Insert Model BLR-1000A Balimed Hospital Karangsem Bali

Dea Ryangga <sup>1</sup>

Arya Sandyartha <sup>2\*</sup>

Yuda Astina <sup>3</sup>

AKTEK Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Bali, Denpasar, Bali,  
Indonesia

\*email:

[sandyartha0824@gmail.com](mailto:sandyartha0824@gmail.com)

#### Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai penyimpangan keluaran tegangan tabung menggunakan alat ukur yang disebut kVp Meter pada pesawat sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A di Rumah sakit Balimed Karangsem Bali masih dalam batas yang diizinkan oleh ketentuan menurut Papp (2018) dan Perka BAPETEN No. 2 tahun 2018. Uji tegangan tabung wajib dilakukan pada pesawat sinar-X untuk mengetahui keluaran ataupun output pada control panel dan diukur menggunakan kVp Meter. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2024 dengan menggunakan metode kuantitatif pendekatan eksperimen. Populasi penelitian ini adalah seluruh kV yang digunakan mulai dari kV minimum sampai dengan maksimum. Sampel pada penelitian ini adalah 5 macam variasi nilai kV yang meliputi 40 kV, 50 kV, 60 kV, 70 kV, dan 80 kV. Penelitian uji tegangan tabung ini dilakukan dengan menggunakan faktor eksposi yaitu variasi nilai kV dari 40 kV – 80 kV, kuat arus tabung yaitu 100 mA dan waktu yaitu 0,1 second yang dilakukan eksposi sebanyak 15 kali dengan interval waktu 1 menit. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa adanya penyimpangan pada 40 kV sebesar 0,6 %, 50 kV sebesar 0,3 %, 60 kV sebesar 0,4 %, 70 kV sebesar 0,2 %, dan 80 kV sebesar 0,9 %. Persentase penyimpangan keluaran tegangan yang dihasilkan oleh pesawat sinar-X tersebut pada persentase error maksimal dari 40 kV – 80 kV masih dalam batas toleransi yang diizinkan yaitu menurut Papp tahun 2018 sebesar  $0,9\% \leq 5\%$  atau pada Perka BAPETEN No. 2 tahun 2018  $0,9\% < 10\%$ .

#### Kata Kunci:

Uji Keluaran Tegangan  
kVp Meter  
Control Panel  
Pesawat Sinar-X

#### Keywords:

Voltage Output Test  
kVp Meter  
Control Panel  
X-ray Machine

#### Abstract

The study aims to determine the value of the deviation of the tube voltage output using a measuring tool called the kVp Meter on Toshiba brand X-ray aircraft with the BLR-1000A model insert at Balimed Karangsem Bali Hospital is still within the limits allowed by the provisions according to Papp (2018) and Perka BAPETEN No. 2 of 2018. Tube tension tests must be carried out on X-ray aircraft to determine the output or output on the control panel and measured using a kVp Meter. This research was conducted in April 2024 using a quantitative method of experimental approach. The population of this study is all kV used starting from the minimum to the maximum. The samples in this study are 5 kinds of variations in kV values which include 40 kV, 50 kV, 60 kV, 70 kV, and 80 kV. This tube voltage test research was carried out using exposure factors, namely variations in kV values from 40 kV – 80 kV, tube current strength of 100 mA and time of 0.1 second which was exposed 15 times with a time interval of 1 minute. The results of this study were obtained that there was an anomaly at 40 kV of 0.6%, 50 kV of 0.3%, 60 kV of 0.4%, 70 kV of 0.2%, and 80 kV of 0.9%. The percentage deviation of the voltage output produced by the X-ray aircraft at the maximum error percentage from 40 kV – 80 kV is still within the permissible tolerance limit, namely according to Papp in 2018 of  $0.9\% < 5\%$  or in Perka BAPETEN No. 2 of 2018  $0.9\% < 10\%$ .



© 2025 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v1i12.7705>

## PENDAHULUAN

Radiologi merupakan cabang ilmu kedokteran yang digunakan untuk melihat bagian tubuh manusia dengan memanfaatkan Sinar-X. Peranan bidang radiologi pada dunia kedokteran cukup penting terutama di dalam

menegakkan hasil pemeriksaan atau diagnosa (Amroji et al., 2019). Radiologi diagnostik merupakan penggunaan berbagai teknik radiologi yang sebagian besar non invasif untuk mendiagnosa berbagai kondisi medis yang

menggunakan pesawat sinar-X (Dianasari & Koesyanto, 2017).

Pesawat sinar-X memiliki peran penting untuk membantu menghasilkan radiograf yang berkualitas, maka dari itu pesawat sinar-X harus selalu dalam keadaan yang layak digunakan. Pesawat sinar-X memiliki komponen penting yang perlu diperhatikan tingkat kesesuaiannya yaitu tegangan pada tabung yang terletak pada meja kontrol pesawat sinar-X. Pengaruh tegangan tabung (kVp) sangat besar terhadap keluaran sinar-X dan mempengaruhi daya tembus sinar-X. Faktor utama yang menentukan kualitas dan kuantitas pada sinar-X terdiri dari faktor eksposi kilovolt (kV), milliampere (mA) dan waktu ekspos (s) yang berada pada meja kontrol pesawat sinar-X. Untuk menjaga kesesuaian keluaran (output) sinar-X terhadap faktor eksposi yang telah dipilih maka perlu dilakukan uji kesesuaian untuk komponen pesawat tersebut menggunakan pedoman kendali mutu (Quality Control). Kegiatan Quality Control (QC) dilakukan untuk memberikan pelayanan pencitraan diagnostik dengan peralatan yang baik (Bushong, 2017).

Berdasarkan Perka BAPETEN Nomor 2 tahun 2018, nilai lolos uji dari hasil uji generator dan tabung pada tegangan puncak (kVp) yaitu  $<10\%$ . Menurut Papp (2018), uji tegangan tabung pesawat sinar-X dapat dievaluasi melalui pengujian dengan menggunakan (kVp) meter dan uji kesesuaian dapat dilakukan setiap tahun atau setelah perbaikan generator pesawat sinar-X dengan nilai batas toleransi akurasi  $kVp \leq 5\%$ .

Penelitian sejenis tentang Uji Keluaran Tegangan Tabung Pesawat Sinar-X telah dilakukan oleh Wiharja & Al Bahar (2019) Pada Pesawat Sinar-X merk Toshiba, dengan menggunakan detektor RTI Piranha 657. Parameter Uji yaitu akurasi tegangan, akurasi waktu penyinaran, linearitas keluaran radiasi, reproduksibilitas, kualitas berkas sinar-X, dan kebocoran tabung. Hasil pengujian yang diperoleh pada Pesawat Sinar-X merk Toshiba dalam kondisi yang andal.

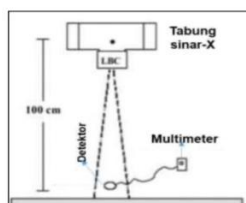
Penelitian lain tentang Uji Keluaran Tegangan Tabung Pesawat Sinar-X telah dilakukan oleh (Tohiri & Muttaqin, 2022). Pada Pesawat Sinar-X merk Siemens di instalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas, dengan menggunakan detektor RaySafe X2 R/F Sensor dan RaySafe X2 Survey Sensor. Parameter Uji yaitu akurasi tegangan, akurasi waktu penyinaran, linearitas keluaran radiasi, reproduksibilitas, kualitas berkas sinar-X, dan kebocoran tabung. Hasil pengujian yang diperoleh pada Pesawat Sinar-X merk Siemens di instalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas dalam kondisi andal dengan perbaikan.

Pada penelitian ini dilakukan pada Pesawat sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A di rumah sakit Balimed Karangasem Bali merupakan pesawat sinar-X yang digunakan dalam pemeriksaan radiografi umum. Pesawat sinar-x tersebut sudah digunakan mulai dari tahun 2015 sampai sekarang. Sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2018 Tentang uji tegangan tabung pesawat sinar-X seharusnya dilakukan secara berkala 4 tahun sekali, namun di Rumah Sakit Balimed Karangasem Bali belum dilakukan uji kesesuaian, karena saat ingin dilakukan uji kesesuaian terjadi pandemi Covid-19 sehingga pihak rumah sakit tidak bisa mendatangkan orang dari luar untuk melakukan uji kesesuaian pesawat sinar-X. Dilihat dari pemakaiannya alat tersebut digunakan untuk melakukan pemeriksaan terhadap pasien rata-rata 1000 dalam sebulan. Selain itu, di rumah sakit tersebut hanya memiliki satu alat pesawat sinar-X, sehingga jika pesawat sinar-X tersebut mengalami kerusakan, maka pelayanan Radiologi di rumah sakit Balimed Karangasem Bali akan terganggu. Dikarenakan beban kerja pesawat sinar-X cukup berat, sehingga perlu dilakukan penjaminan mutu, salah satunya uji tegangan tabung sinar-X secara rutin pada pesawat sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A di Rumah sakit Balimed Karangasem Bali.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kV yang digunakan mulai dari kV paling minimum sampai dengan maksimum di Rumah sakit Balimed Karangasem Bali dan Sampel pada penelitian ini adalah 5 macam variasi nilai kV yang meliputi 40 kV, 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV. Alat dan bahan penelitian yaitu pesawat sinar-X, kVp Meter, Waterpass, Apron, dan Meteran.

Prosedur penelitian pengujian tegangan tabung yaitu melakukan pemanasan pesawat sinar-X, meletakkan detektor pada titik tengah meja pemeriksian dengan jarak 100cm dari tabung Sinar-X dengan menggunakan meteran, mengatur tabung pesawat sinar-X agar posisinya datar dengan menggunakan *waterpass*, mengatur central point berkas sinar kolimator berada tepat pada pertengahan detektor kVp Meter, central ray, luas lapangan penyinaran seluas lapangan detektor kVp Meter, sebesar 25x25 cm. Mengatur faktor eksposi pada *control panel* dengan 40 kV dan 10 mAs (variasi kVp 1), gunakan langkah ini sebanyak 3 kali dan catat hasil nilai ukur pada kVp meter, selanjutnya lakukan cara yang sama untuk variasi kVp 50, 60, 70, dan 80 dengan mAs yang sama.



**Gambar 1.** Ilustrasi pengujian akurasi tegangan tabung sinar-X

Pengolahan data dilakukan dengan statistik sederhana menggunakan program *Microsoft Excel*. Data hasil pengukuran yang diperoleh dari setiap variasi kVp akan diolah dengan menentukan hasil nilai rata-rata hasil pengukuran dan dilakukan perbandingan antara pengaturan tegangan tabung di *control panel* dengan keluaran tegangan tabung yang terukur pada alat kVp

meter. Selanjutnya menentukan nilai persentase dari pengaturan tegangan tabung di *control panel* dengan keluaran tegangan tabung dengan menggunakan rumus :

Persentase=

$$\%error = \left| \frac{kVp_{ukur} - kVp_{set}}{kVp_{set}} \right| \times 100\%$$

Analisis data dilakukan untuk membandingkan hasil rerata pengukuran nilai peresentase penyimpangan tegangan tabung dengan nilai angka tegangan tabung menurut Papp (2018) dengan nilai batas toleransi akurasi kVp  $\leq 5\%$  dan pada perka BAPETEN 2018 *error maks*  $<10\%$ . Dari analisi data akan ditarik kesimpulan sesuai dengan hipotesis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel I.** Hasil pengukuran Tegangan Tabung

Tegangan (kVp)	Arus x Waktu (mAs)		Keluaran Tegangan Tabung		
	(mA)	(s)	1	2	3
40	100	0,1	40,36	40,15	40,18
50	100	0,1	50,10	50,32	50,00
60	100	0,1	60,46	60,05	60,20
70	100	0,1	70,15	70,26	70,08
80	100	0,1	80,97	80,29	80,98

Pada tabel I. menunjukan nilai keluaran tegangan tabung dari variasi tegangan meliputi 40 kV, 50 kV, 60 kV, 70 kV dan 80 kV dengan menggunakan 100 mA dan 0,1 sekon. Nilai keluaran tegangan tabung dari setiap variasi tegangan kecenderungan mengalami kenaikan dan penurunan nilai keluaran dimana nilai keluaran kVp terkecil pada pengukuran 40 kV adalah 40,15 dan nilai keluaran kVp terbesar pada pengukuran 80 kV dengan nilai keluaran 80,98.

**Tabel II.** Nilai Rata-Rata Keluaran Tegangan Tabung

kVp	mAs	Keluaran Tegangan Tabung			Keluaran Tegangan Rata-Rata
		1	2	3	
40	10	40,36	40,15	40,18	40,23
50	10	50,10	50,32	50,00	50,14
60	10	60,46	60,05	60,20	60,24
70	10	70,15	70,26	70,08	70,16
80	10	80,97	80,29	80,98	80,75

Pada tabel II. menunjukkan rerata nilai keluaran tegangan dari setiap variasi tegangan. Nilai rerata keluaran tegangan dari kV terkecil pada pengukuran 40 kVp dengan nilai 40,23 dan nilai rerata keluaran tegangan kV terbesar pada pengukuran 80 kV dengan nilai 80,75.

**Tabel III.** Nilai Persentase Penyimpangan Tegangan

Tegangan (kVp set)	kVp Ukur	Persentase	Persentase Penyimpangan %
40	40,23	100	0,6%
50	50,14	100	0,3%
60	60,24	100	0,4%
70	70,16	100	0,2%
80	80,75	100	0,9%

Pada tabel III. Menunjukkan nilai persentase penyimpangan setiap variasi kV yang diperoleh dengan menggunakan rumus.

$$\text{Persentase} = \%error = \left| \frac{kVp_{ukur} - kVp_{set}}{kVp_{set}} \right| \times 100\%$$

Contoh perhitungan persentase pada 40 kV adalah :

$$\text{Persentase} = \frac{40,23 - 40}{40} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase} = 0,6 \%$$

nilai persentase penyimpangan tegangan diketahui bahwa persentase penyimpangan pada 40 kV sebesar 0,6%, 50 kV sebesar 0,3%, 60 kV sebesar 0,4%, 70 kV sebesar 0,2% dan 80 kV sebesar 0,9%. Dari variasi tegangan tabung didapatkan persentase nilai penyimpangan tegangan yang bervariasi.

**Tabel IV.** Perbandingan nilai penyimpangan menurut Papp 2018 dan BAPETEN No.2 Tahun 2018

Tegangan (kVp)	Nilai Penyimpangan			
	Papp 2018 (kVp ≤ 5%)	Lolos (≤ 5%)	Bapeten (kVp <10%)	Lolos (<10%)
40	0,6%	✓	0,6%	✓
50	0,3%	✓	0,3%	✓
60	0,4%	✓	0,4%	✓
70	0,2%	✓	0,2%	✓
80	0,9%	✓	0,9%	✓

Pada tabel IV. menjelaskan bahwa persentase nilai penyimpangan tegangan dari hasil Uji Tegangan Tabung Sinar-X Pada Pesawat Sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A di rumah sakit Balimed Karangasem Bali terbesar pada kV 80 sebesar 0,9% ,dan terkecil pada kV 70 sebesar 0,2%. Jika dibandingkan dengan literatur pada Perka BAPETEN No 2 Tahun 2018 dan Papp tahun 2018 tentang uji generator dan tabung sinar-X pada tegangan puncak (kVp) yang diizinkan adalah sebesar  $error\ maks < 10\%$  ,atau  $kVp \leq 5\%$  , maka nilai penyimpangan tegangan tabung pada Pesawat Sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A di rumah sakit Balimed Karangasem Bali masih dalam batas yang diizinkan menurut Papp tahun 2018 sebesar  $0,9\% \leq 5\%$  atau pada Perka BAPETEN 2018  $0,9\% < 10\%$  sehingga pesawat sinar-X tersebut masih dalam batas yang diizinkan.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian pada Pesawat Sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A dengan menggunakan alat ukur kVp Meter di rumah sakit Balimed Karangasem Bali, dengan faktor eksposi 40 kV sampai dengan 80 kV, menggunakan 10 mAs dengan FFD setinggi 100 cm serta luas lapangan kolimasi detektor sebesar 25x25 cm. Uji tegangan tabung pada pesawat sinar-X memperoleh nilai penyimpangan terbesar pada kV 80 sebesar 0,9% dan terkecil pada kV 70 sebesar 0,2%. Berdasarkan literatur pada Perka BAPETEN No 2 Tahun 2018 dan Papp tahun 2018 tentang uji generator dan tabung sinar-X pada tegangan puncak (kVp) yang diizinkan adalah sebesar  $error maks < 10\%$ , atau  $kVp \leq 5\%$ , maka nilai penyimpangan tegangan tabung pada Pesawat Sinar-X merk Toshiba dengan insert model BLR-1000A di rumah sakit Balimed Karangasem Bali masih dalam batas yang diizinkan menurut Papp tahun 2018 sebesar  $0,9\% \leq 5\%$  atau pada Perka BAPETEN 2018  $0,9\% < 10\%$  sehingga pesawat sinar-X tersebut masih dalam batas yang diizinkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Pertama-tama, penulis mengucapkan terima kasih kepada RS Balimed Karangasem Bali atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian. Dukungan dan kerjasama yang diberikan sangat berarti bagi kelancaran penelitian ini. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Kampus ATRO BALI yang telah memberikan penulis kesempatan untuk belajar dan berkembang. Semua ilmu dan pengalaman yang di dapatkan selama masa studi sangat berharga dan akan selalu penulis ingat. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada bapak Dea Ryangga atas bimbingan, arahan, dan

dukungan yang tiada henti selama proses penelitian ini. Tanpa bimbingan dan motivasi dari beliau, penelitian ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Sekali lagi, terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

## REFERENSI

- Amroji, A., Pratiwi, R. F., & Adriana, A. 2019. Perbandingan Rata-Rata Densitas Pada Hasil Foto Thorax Proyeksi Antero Posterior (AP) Supine dan Duduk Tegak. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.55451/jri.v2i1.23>
- Bushong, S. C. 2017. *Radiologic Science for Technologist* (11th ed.). Missouri: Mosby, Inc.
- Dianasari, T., & Koesyanto, H. 2017. Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 174–183. <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i3.12690>
- Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. 2018. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 tahun 2018 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensial*. Jakarta: Badan Pengawas Tenaga Nuklir.
- Papp, J. 2018. *Quality Management in the Imaging Sciences E-Book*. New York: Elsevier Health Sciences.
- Tohiri, N., & Muttaqin, A. 2022. Uji Kesesuaian Kinerja Generator dan Tabung Pesawat Sinar-X Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. *Jurnal Fisika Unand*, 11(1), 37–43. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.1.37-43.2022>
- Wiharja, U., & Al Bahar, A. K. 2019. Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi. *Prosiding Semnastek*. Retrieved from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5166/3445>