

## **ANALISIS REPRODUKSIBILITAS AKURASI TEGANGAN DI PESAWAT SINAR-X MEDIS PADA BAGIAN THORAKS MANUSIA**

### **REPRODUCTIVE ANALYSIS OF VOLTAGE ACCURACY IN MEDICAL X-RAY MACHINE IN HUMAN THORAKS**

**Evrita Lusiana Utari<sup>1\*</sup>, Latifah Listyalina<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Universitas Respati Yogyakarta

<sup>1\*</sup>[evrita\\_lusiana@yahoo.com](mailto:evrita_lusiana@yahoo.com), <sup>2</sup>[listyalina@gmail.com](mailto:listyalina@gmail.com)

\*penulis korespondensi

#### **Abstrak**

Penelitian tentang hubungan reproduksibilitas pada sinar-X medis ini sangat penting terutama berkaitan dengan keselamatan dengan tenaga ahli radiologi dan menghindari paparan radiasi pasien yang sangat tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rentang reproduksibilitas Akurasi Tegangan, saat melakukan pengeksporan untuk sebuah alat Sinar-X medis Ysio Max. Dari hasil penelitian ini berdasarkan hasil perhitungan terhadap data yang didapat, diperoleh nilai rerata akurasi tegangan thoraks sebesar 3,92%. toleransi. Hal tersebut sesuai dengan keputusan Radiation Safety Act 1975, 2000, bahwa nilai hitung Akurasi Tegangan tidak melebihi nilai toleransi (0.05 atau 5 %).

**Kata kunci: reproduksibilitas; akurasi; tegangan; sinar X**

#### **Abstract**

Research on the relationship of reproducibility in medical X-rays is very important especially with regard to safety with radiologists and avoiding very high patient radiation exposure. This study aims to determine the range of reproducibility of the Accuracy of the Voltage, when conducting exposure for a Ysio Max medical X-ray device. From the results of this study based on the results of calculations on the data obtained, obtained the average accuracy of the thoracic voltage of 3.92%. tolerance. This is in accordance with the decision of the Radiation Safety Act 1975, 2000, that the calculated Voltage Accuracy value does not exceed the tolerance value (0.05 or 5%).

**Keywords: reproductive; accuracy; voltage; X-ray**

#### **1. PENDAHULUAN**

Sinar-X merupakan salah satu hasil dari kemajuan teknologi dimana sinar-X banyak dimanfaatkan diantaranya di bidang kesehatan, pada bidang kesehatan atau medik sinar-X digunakan sebagai sumber radiasi pengion untuk mendiagnosa adanya suatu penyakit dalam bentuk gambaran anatomi tubuh yang ditampilkan dalam film radiografi, namun dibaliknya manfaat yang dihasilkannya, sinar-X memiliki dampak negatif bagi lingkungan maupun makhluk hidup yang ada disekitarnya khususnya pekerja radiasi, dampak yang ditimbulkannya dapat mengakibatkan kanker akibat akumulasi paparan dosis radiasi yang diterima oleh tubuh yang melebihi batas ambang. Proteksi radiasi pada pasien-pasien yang mengharuskan pemberian radiasi kepada pasien serendah mungkin sesuai kebutuhan klinis merupakan aspek penting dalam pelayanan diagnostik radiologi yang perlu mendapatkan perhatian.

Paparan radiasi dalam pekerjaan dapat terjadi akibat dari berbagai aktivitas manusia, termasuk pekerjaan yang berhubungan dengan tahap-tahap pengelolaan di Bagian Radiologi rumah sakit, di rumah sakit sendiri sinar-X dimanfaatkan untuk mendiagnosis adanya suatu penyakit pasien yang ditempatkan dalam satu ruangan khusus yang didesain agar paparan radiasi tidak dapat

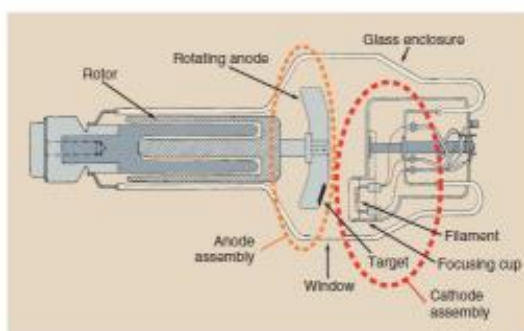
menembus keluar dari ruangan yang akan menyebabkan pekerja radiasi dan masyarakat sekitar ikut terpapar, oleh itu untuk menangkal paparan radiasi tersebut, perlu adanya material yang mampu mencegah kemungkinan adanya kebocoran radiasi untuk mewujudkan dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja.

Pelayanan radiologi harus memperhatikan aspek keselamatan kerja radiasi sehingga 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 batas dosis yaitu pekerja radiasi  $< 50$  mSv/tahun dan masyarakat umum  $< 5$  mSv/tahun (Bapeten 2003). Salah satu cara untuk menopang keselamatan kerja radiasi, dibuatlah penelitian ini sebagai salah satu analisis reproduksibilitas sinar X medis.

## Landasan Teori

### 1. Tabung sinar-X

Tabung dari sinar-X merupakan tempat dimana elektron diproduksi menjadi sinar-X guna untuk keperluan diagnostik. (<https://www.healthcare.siemens> 1 Agustus 2013 ) Struktur eksternal dari tabung sinar-X terdiri dari protective dan glass/metal enclosure struktur internal pada tabung meliputi 2 elektroda yaitu anoda dan katoda. Tabung sinar-X dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tabung Sinar – X (Bushong, 2013)

Bagian internal Tabung sinar-X meliputi:

- Protective housing protetive housing merupakan bagian eksternal dari tabung sinar-X yang berfungsi untuk melindungi dari paparan sinar-X yang berlebihan bagi pasien dan pekerja sinar-X . b) Glass/metal enclosure Glass/metal enclosure adalah kaca yang keras dan tahan panas yang digunakan untuk membungkus seperti pada anoda tetap. Tabung kaca ini biasanya terbuat dari kaca pyrex agar mampu menahan panas.
- Katoda Katoda adalah sisi negatif dari sinar-X dan memiliki dua bagian utama yaitu filamen berfungsi untuk membatasi mengalirnya arus filamen, maksudnya agar tegangan pemanas filamen di atas sesuai dengan kemampuan kapasitas filamen tabung Rontgen sehingga pemberian tegangan tersebut memberi pemanasan yang normal dan focussing cup berfungsi untuk memfokuskan sasaran sinar-X, maksudnya agar titik hambur sinar-X terfokus pada focussing cup sesuai dengan kemampuan kapasitas focusising cup tabung Rontgen sehingga pemberian tersebut memberi sasaran yang normal .
- Anoda merupakan sasaran dari elektron-elektron yang dipercepat. (Bushong,2013:110) Area tempat tumbukan elektron pada anoda disebut bidang fokus (focal spot). Bagian tersebut

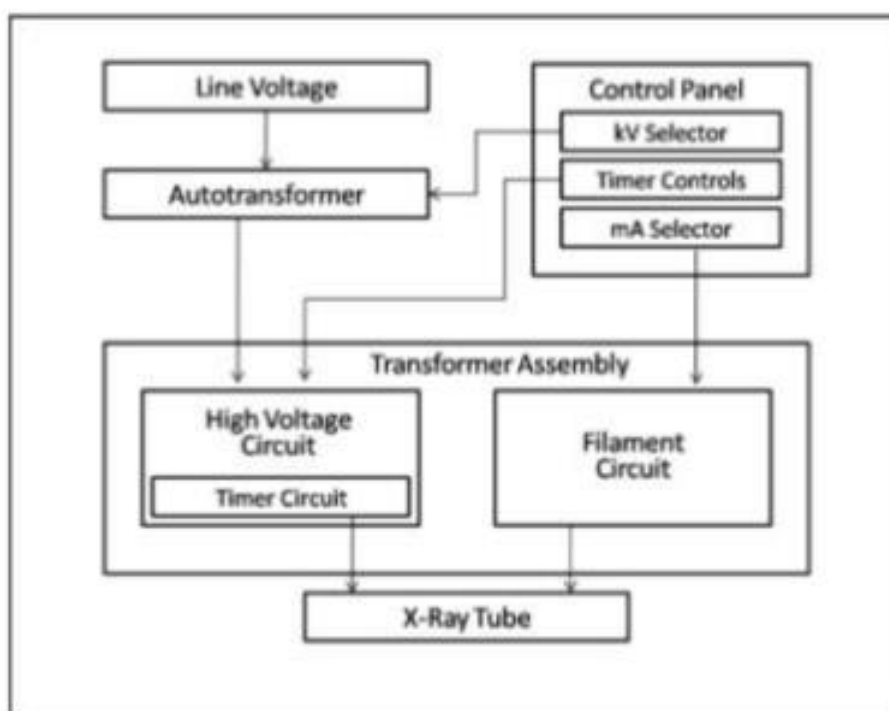
merupakan terbentuknya sinar-X. Focal spot adalah merupakan luasan target pada anoda yang dikenai tumbukan elektron. (Marjanto, dkk 2012) Proyeksi dari focal spot terhadap sumbu tabung sinar-X dinamakan dengan nama focal spot efektif atau optikal fokus, sedangkan focal spot tegak lurus terhadap permukaan target dinamakan dengan focal spot yang sebenarnya.

## 2. Operating console

Bagian pada sistem pencitraan sinar-X yang paling umum adalah operating console. Operating console adalah untuk mengatur arus dan tegangan yang akan menentukan kuantitas dan kualitas gambar sinar-X yang dihasilkan. (Bushong, 2013, 87) Kuantitas adalah jumlah atau intensitas sinar-X yang ditentukan oleh miliampere second atau mAs. Kualitas adalah daya tembus sinarX yang ditentukan oleh kVp, pada operating console selalu tersedia untuk pengaturan line compensator, kVp, dan waktu penyinaran. Bagian untuk melapisi pada sistem molydenum, copper suatu tembaga yang digunakan untuk menahan titik hambur sinar-X, terjadi panas pada saat berlangsungnya ekspose.

## 3. Generator tegangan tinggi

Pesawat sinar-X mempunyai sejumlah komponen yang menata kembali, mengendalikan dan dapat menyimpan energi listrik sebelum digunakan ke tabung sinar-X. Komponen-komponen tersebut secara kolektif dinyatakan sebagai catu daya atau pembangkit (generator).



Gambar 2. Genertor Pesawat Sinar - X

Line voltage ini berfungsi untuk mendistribusikan tegangan pada seluruh rangkaian Alat sesuai yang dibutuhkan oleh masing-masing rangkaian pada alat, autotransformeter untuk memindahkan daya listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lain dengan cara menaikkan atau menurunkan tegangan ke seluruh alat yang ada, high voltage circuit untuk menaikkan tegangan pada trafo tabung sinar X-Ray, timer circuit untuk pengaturan suatu waktu pada saat melakukan ekspose dari tabung sinar X-Ray, control panel papan pengawas pada user saat melakukan

ekspose, KV selector papan untuk pemilihan tegangan saat untuk ekspose, timer 17 control pemilihan waktu untuk saat ekspose, mA selector pemilihan berapa jumlah arus yang ditentukan untuk ekspose. Dapat mengendalikan 3 parameter kuantifikasi, sebagai berikut: (1) kV, (2) mA, dan (3) second (s). Fungsi dari Generator Sinar X, yaitu:

- a. Menaikan tegangan listrik (menghasilkn kV)
- b. Mengkonversi arus listrik bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC)
- c. Mengubah bentuk gelombang (filter)
- d. Menyimpan energi (untuk pesawat sinar-X mobile)
- e. Mengendalikan tegangan tabung (kilovoltage-kV)
- f. Mengendalikan arus tabung (miliampere-mA)
- g. Mengendalikan waktu paparan (eksposure time)

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian mengenai analisis dosis radiasi telah dilakukan guna menunjang keselamatan dan kesehatan pada aspek radiasi. Melvita dkk (2010) telah melakukan penelitian Implementasi Compliance Test Pesawat Dental Intra Oral pada salah satu Klinik Gigi dikota Padang. Compliance test ( uji kelayakan (uji fungsi) Alat dental intra oral pada salah satu klinik gigi di kota padang. Parameter uji meliputi: reproduibilitas, akurasi tegangan, lineritas keluaran, kualitas berkas, kebocoran tabungan dan dosis pasien. Batas toleransi parameter uji direkomendasikan oleh Diagnostic X-Ray Unit QC in BC. Penelitian menggunakan seperangkat alat Unfors Xi untuk menguji reproduksibilitas, akurasi tegangan dan kebocoran tabung. Filter Al digunakan untuk menguji kualitas berkas sinar-X, dan untuk mengukur dosis radiasi pasien digunakan TLD-100 dan alat baca TLD. Hasil penelitian menunjukkan pesawat dental intra oral memiliki nilai reproduksibilitas di bawah 1%, nilai akurasi tegangan 2,17%, nilai kualitas berkas untuk tegangan 60 KV adalah 1,92 mmAl, nilai kebocoran tabung adalah 0,3 mGy dan dosis rata-rata yang diterima oleh pasien ( $5,91 \pm 3,53$ ) mGy. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pesawat dental intra oral masih memenuhi standar Diagnostic X-Ray Unit QC Standards in BC.

Tasa (2012) telah melakukan penelitian tentang Analisis Dosis Radiasi untuk Aplikasi Ruang ICU. Dari penelitiannya diperoleh bahwa dengan pengguna faktor eksposi dan jarak yang sama, paparan radiasi dari arah kiri lebih besar dari pada arah kanan, sedangkan paparan arah depan belakang radiasi lebih besar di bandingkan arah depan tabung sinar-X, sedangkan dari sisi semua seluruh pesawat sinar-X paparan radiasi yang paling besar yaitu sisi belakang tabung pesawat.

Prasetyo (2017) melakukan penelitian tentang. Hubungan Reproduksibilitas, Waktu penyinaran, dan Dosis Pasien pada Sinar-X medis Terhadap Perubahan Dimensi Focal Spot. Reproduksibilitas keluaran radiasi sinar-X memiliki hubungan yang signifikan terhadap dimensi perubahan focal spot dengan nilai korelasi dengan nilai 0,395 dan thitungnya 1,139 dengan tingkatan kesalahan ( $\alpha$ ) = 0,25 pada focal spot sisi A. Sedangkan focal spot sisi B memiliki nilai korelasi sebesar 0,474 dan thitungnya 1,424 dengan tingkat kesalahan ( $\alpha$ ) = 0,25.

## 3. METODE PENELITIAN

Data penelitian ini diambil dan diperoleh dari RSUD Senopati Bantul. Pengambilan sampel tersebut dilakukan selama 2 bulan. Kemudian, analisis data dilakukan setelah pengambilan sampel. Analisis perhitungan menggunakan software Microsoft Excel. Terlebih dahulu dijabarkan tentang spesifikasi alat-alat yang menunjang penelitian, yaitu Alat Rontgen Ysio Max dan Meja pasien. Berikut penampilan alat Rongten Ysio Max.



Gambar 3. Alat Sinar-X ( Healthcare siemen )

Berikut merupakan spesifikasi alat yang digunakan pada penelitian ini.

Buatan	: Siemens
Model	: Ysio Max
Negara	: Jerman
Detektor	: Nirkabel 35 x 43 cm
Nirkabel Area Aktif	: 34,9 x 42,5 cm
Meja Pasien	: Berat 300 kg
Dimensi Meja	: 240 x 80 cm
Gerakan	: 48 cm
Gerakan Vertikal	: 51,5-95,5 cm
Tinggi Minimum	: 51,5 cm
Produksi X-Ray	: Daya Generator, 65 kW
Tabung Sinar-X	: Radiografi kV: 40-150 kV
Radiografi mA	: 650 mAs
Diagnostik remot	: 3 fase 380/400 V ( 440/480 tranf. generator) 50-60 Hz

Pengambilan data yang dilakukan di RS Senopati Bantul, data yang ada pada ruang Radiologi hasil dari foto pasien, yang akan diteliti oleh peneliti yang sudah bekerja sama dengan pihak rumah sakit, bagian Radiologi, peneliti dengan bagian pihak radiologi, adapun cara mahasiswa mendapatkan hasil data dengan langkah-langkah, langsung terjun ke bagian radiografer, wawancara, pengarsipan dokumen, dan peneliti diarahkan untuk melakukan penelitian pada objek yang ada pada Tabel 1. dan peneliti akan menganalisis data tentang, akurasi tegangan, dari hasil analisis tersebut akan dibuat Analisis grafik hasil dari sampel yang telah dihitung. Berikut data lapangan sebagai keperluan analisis.

Dari Tabel 1 akan dilakukan analisis akurasi tegangan berikut persamaannya:

$$\frac{kV \text{ terukur} - kV \text{ panel}}{kV \text{ panel}} \times 100\%.$$

Tabel 1. Data Tegangan Pada Bagian Thoraks Manusia

No.	Usia (tahun)	Tegangan Panel (kV)	Tegangan Terukur (kV)
1	19	130	124,9
2	37	130	126,9
3	63	130	134,8
4	63	130	124,9
5	63	150	149,9
6	51	130	124,9
7	60	130	124,9
8	62	130	134,5
9	62	130	124,9
10	78	130	144,9
11	19	130	124,6
12	20	130	124,9
13	21	130	134,9
14	23	130	124,3
15	23	130	124,9

#### 4. PEMBAHASAN

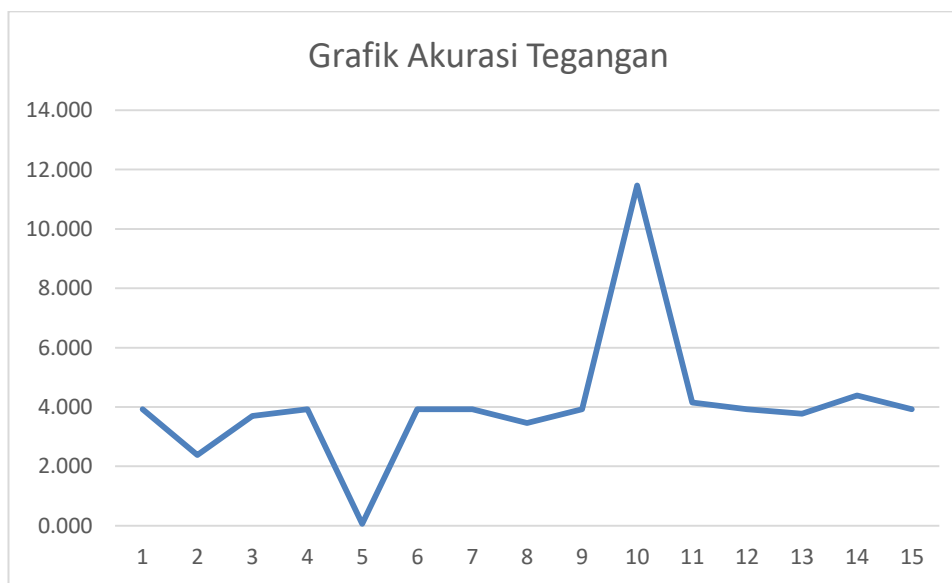
Uji Reproduksi bertujuan untuk mengukur sinar-X memproduksi kembali keluaran tegangan. Sesuai dengan keputusan Radiation Safety Act 1975, 2000, bahwa nilai hitung koefisien untuk variasi yang diperkenankan adalah  $< 0.05$  atau 5%. Dari hal tersebut, diketahui bahwa nilai dari pesawat sinar-X Siemens Ysio Max diuji Reproduksi tegangan kV, Tegangan tidak melebihi nilai toleransi (0.05 atau 5 %) sesuai dengan Radiasi Safety Act 1975, 2000.

Alat Sinar-X yang dipergunakan dalam pengukuran ini adalah pesawat sinar-X. Siemens buatan PT. Siemens Jerman, unit model XP\_0011. Alat ini digunakan untuk pemeriksaan Ruang Radiologi, baik untuk konvensional maupun pemeriksaan dengan bahan kontras. Pengukuran dilakukan digunakan dengan variasi jarak, 1,56 meter, serta variasi faktor ekposi 130 kV dengan menggunakan mA = 100/s = 0,08 FFD 120 dengan luas lapangan penyinaran foto Thorax. Adapun hasil pengukuran ini meliputi hasil pengukuran paparan radiasi secara langsung dengan menggunakan melihat langsung data yang ada tersimpan pada dokumentasi komputer pada saat dilakukan ekspose dan wawancara langsung dengan pihak Rumah Sakit Senopati Bantul khusus bagian Radiologi. Berikut analisis yang telah dilakukan dengan memasukkan rumus di atas.

Dari hasil penelitian ini berdasarkan hasil perhitungan terhadap data yang didapat, diperoleh nilai rerata akurasi tegangan thoraks sebesar 3,92%. toleransi. Hal tersebut sesuai dengan keputusan Radiation Safety Act 1975, 2000, bahwa nilai hitung Akurasi Tegangan tidak melebihi nilai toleransi (0.05 atau 5 %). Berikut grafik akurasi setiap data di atas.

Tabel 2. Analisa Perhitungan Nilai Akurasi Tegangan

No.	Usia (tahun)	Tegangan Panel (kV)	Tegangan Terukur (kV)	Nilai Error	Akurasi Tegangan (%)
1	19	130	124,9	0,039	3,923
2	37	130	126,9	0,024	2,385
3	63	130	134,8	0,037	3,692
4	63	130	124,9	0,039	3,923
5	63	150	149,9	0,001	0,067
6	51	130	124,9	0,039	3,923
No.	Usia (tahun)	Tegangan Panel (kV)	Tegangan Terukur (kV)	Nilai Error	Akurasi Tegangan (%)
7	60	130	124,9	0,039	3,923
8	62	130	134,5	0,035	3,462
9	62	130	124,9	0,039	3,923
10	78	130	144,9	0,115	11,462
11	19	130	124,6	0,042	4,154
12	20	130	124,9	0,039	3,923
13	21	130	134,9	0,038	3,769
14	23	130	124,3	0,044	4,385
15	23	130	124,9	0,039	3,923
rerata					4,056



Gambar 4. Grafik Akurasi Tegangan

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini berdasarkan hasil perhitungan terhadap data yang didapat, diperoleh nilai rerata akurasi tegangan thoraks sebesar 3,92%. toleransi. Hal tersebut sesuai dengan keputusan Radiation Safety Act 1975, 2000, bahwa nilai hitung Akurasi Tegangan tidak melebihi nilai toleransi (0.05 atau 5 %).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhadi, Mukhlis. Drs. 2000. Dasar-Dasar Proteksi Radiasi. Jakarta: PT. Renika Cipta.
- [2] Anonim. 2003. Dasar proteksi radiasi. Jakarta: Pusdiklat. Anonim, External Dosimetry, Australia School of Nuclear Technology, Lucas Height, NSW 2234, Australia (1989).
- [3] Alamsyah, Reno.2004. Jaminan Mutu untuk Keselamatan pada Fasilitas Sumber Radiasi. Jakarta: Requalifikasi PPR Bidang Industri.
- [4] Arini, K. R., 2013, Uji Reproduksiabilitas Sinar-X pada Pesawat Sinar-X Di Ruang 3 Instalasi Radiologi RSUP Dr. Sardjito, Karya Tulis Ilmiah ATRO Citra Bangsa, Yogyakarta. Badan Atom Tenaga Nasional, Baku Tingkat Radioaktivitas di Lingkungan,
- [5] BATAN, Jakarta (1989). BC CENTRE FOR DISEASE CONTROL (2004), Diagnostic X-Ray nit QC Standard in British Columbia, Radiation Protection Service, Canada.
- [6] Bidang Fisika Dasar, (2006), "Fisika Dasar " Universitas Hasanuddin Makassar.
- [7] Bushong, S. C., 2013, Radiologic Science for Tecnologists, 10 ed. Mosby Elsevier, Washington.