

ANALISIS LINEARITAS KELUARAN RADIASI PADA X-RAY MOBILE DENGAN MENGGUNAKAN PIRANHA

Nur Mukminah R., Iswadi, dan Ihsan
Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: wadi.phys.uin@gmail.com

Abstract: The research was conducted on the linearity of the output radiation in the mobile X-ray by using Piranha. This study aimed to measure the radiation dose exposure, to determine the relationship between the increase in the voltage of the radiation dose exposure and increase the tube current to the radiation dose exposure, as well as to analyze the radiation output and linearity of the output radiation. Data collection was conducted at the Dr. Tadjuddin Chalid Hospital Makassar in radiological installation. In this study the variables that measured the radiation dose and exposure variables that change the tube current and voltage. The data obtained and analyzed to calculate the value of the output radiation and radiation output linearity in the X-ray mobile. The analysis showed that the X-ray mobile with GE brand that are in radiological installation Dr. Tadjuddin Chalid Hospital has good linearity.

Keywords: X-ray mobil, Radiation, Piranha, Linearity of Radiation Output

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanfaatan sinar-x dalam radiodiagnostik di dunia kedokteran sangat menunjang dalam proses diagnosis. Secara tidak langsung hal ini akan memberikan kontribusi radiasi yang berasal dari sumber radiasi buatan terhadap pasien. Efek radiasi pengionisasi pada jaringan hidup khususnya jaringan tubuh manusia menjadi suatu pokok perhatian masyarakat umum. Kontribusi radiasi buatan akan menimbulkan efek biologis yang secara langsung atau tidak langsung akan diderita oleh pasien. Oleh karena itu, pemanfaatan sinar-x sebagai radiodiagnostik di bidang kesehatan telah diatur oleh pemerintah dalam Peraturan Pemerintah Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif dan Surat Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 01/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja dengan Radiasi.

Penelitian tentang keluaran radiasi pada pesawat sinar-x pernah dilakukan oleh Aulya Rahayu yang membandingkan Karakteristik Keluaran Antara Pesawat Sinar-x Toshiba Model DRX-1824B dan Toshiba Model DRX-1603B". Jenis Pesawat X-Ray yang digunakan adalah pesawat X-Ray konvensional, hasil dari penelitian menyatakan bahwa secara umum hasil pengukuran karakteristik keluaran radiasi dari kedua pesawat sinar-x

konvensional menunjukkan bahwa kedua pesawat masih layak untuk digunakan. Dwi Oktavina W. yang meneliti Koefisien Backscatter Faktor Sinar-x Diagnostik dalam Rentang RQR (*Radiation Qualities In Radiodiagnostik*) Pada ISO Water Slab Phantom, menyatakan bahwa faktor hamburan balik untuk lapangan radiasi (12,4 cm 12,4 cm) meningkat dengan kualitas radiasi RQR 5 sampai dengan RQR 10 (HVL 2,58 mmAl-6,57 mmAl). Penelitian lain tentang kualitas keluaran radiasi sinar-x menunjukkan bahwa kebocoran pada unit sinar-x dapat mempengaruhi kualitas keluaran sinar-x.

Jika penelitian sebelumnya menggunakan unit sinar-x konvensional (statis) maka pada penelitian kali ini akan digunakan unit sinar-x yang dapat di pindahkan (mobile). Uji linearitas keluaran radiasi pada X-Ray Mobile dengan menggunakan alat ukur Piranha. Linearitas keluaran radiasi merupakan salah satu kegiatan uji yang termasuk dalam *Quality Control* (Kontrol Kualitas) pada pesawat sinar-x. Asumsi linearitas adalah asumsi yang akan memastikan apakah data yang dimiliki sesuai dengan garis linear atau tidak. Linieritas menjelaskan adanya hubungan dalam bentuk garis lurus antara variable.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Apakah linearitas keluaran radiasi pada X-Ray Mobile sesuai dengan batas toleransi yang telah ditentukan?

Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Apakah linearitas keluaran radiasi pada X-Ray Mobile sesuai dengan batas toleransi yang telah ditentukan.

Ruang Lingkup

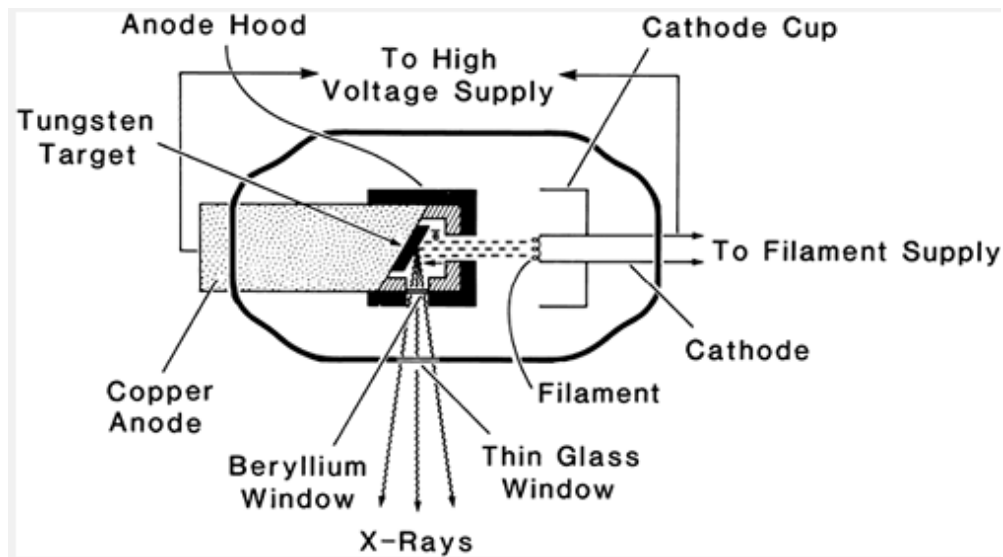
Penelitian terhadap keluaran radiasi dilakukan pada pesawat sinar-x khusus, pesawat sinar-x mobile. Penelitian ini dibatasi hanya pada 1 unit sinar-x mobile dan dilakukan di RS.Tajuddin Khalid Makassar tanpa menggunakan pasien. Aspek-aspek yang diteliti meliputi : nilai arus tabung, pengukuran paparan radiasi dengan menggunakan beberapa variasi arus tabung dan tegangan, nilai keluaran radiasi, serta linearitas keluaran (*output*) radiasi. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah Piranha.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sinar-x

Sinar-x ditemukan oleh Roentgen pada tahun 1895 ketika mempelajari tabung sinar katoda dengan membungkus tabung dengan suatu kertas hitam agar tidak terjadi kebocoran fotoluminesensi dari dalam tabung ke luar. Sinar-x atau sinar Roentgen adalah salah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang berkisar antara 10 nanometer ke 100 pikometer (mirip dengan frekuensi dalam jangka 30 PHz to 60 EHz). Sinar-x umumnya digunakan dalam diagnosis gambar medis dan Kristalografi sinar-x.

Sinar-x terjadi dan tercipta dalam sebuah tabung sinar katoda. Tabung sinar katoda ini harus bersifat hampa agar partikel sinar-x tidak mengalami tumbukan dengan partikel lain. Proses fisis yang terjadi dalam tabung umum berupa efek fotolistrik, hamburan Compton atau produksi pasangan. Proses tersebut ditentukan oleh besarnya energi electron yang terlepas dari filemen saat menumbuk target pada anoda.



Gambar 1. Skematik tabung sinar katoda sinar-x (Khan, F.M., 2003)

Keluaran radiasi sebuah unit Pesawat Sinar-x dapat dikontrol dan ditentukan berdasarkan dua hal, yakni pengaturan tegangan (kV) dan Pengaturan arus tabung (mAS). Besar kecilnya kV dan mAS yang digunakan disesuaikan dengan objek yang hendak disinari, misalnya untuk foto thoraks digunakan kV 70 – 120 kV.

X-ray Mobile

Pesawat sinar-x mobile adalah pesawat sinar-x yang mudah dipindahkan dari satu ruangan ke ruang yang lain. Pesawat sinar-x terdiri dari sistem dan subsistem sinar-x atau komponen. Sistem sinar-x adalah seperangkat komponen untuk menghasilkan radiasi dengan cara terkendali. Sedangkan subsistem berarti setiap kombinasi dari dua atau lebih komponen sistem sinar-x. Pesawat sinar-x diagnostik yang lengkap terdiri dari sekurang-kurangnya generator tegangan tinggi, panel kontrol, tabung sinar-x, kolimator, dan tiang penyanggah tabung.



(i)

(ii)

Gambar 2. Unit x-ray mobile

Tingkat Panduan Penyinaran Medik

Tingkat panduan untuk penyinaran medik harus ditetapkan dan digunakan pada radiodiagnostik dalam proses optimisasi. Tindakan korektif harus ditempuh jika dosis pasien secara konsisten berada dibawah tingkat panduan, dengan mempertimbangkan informasi diagnostik yang diminta dan keuntungan medis yang diperoleh pasien. Jika dosis melampaui tingkat panduan, kajian ulang (*review*) harus dipertimbangkan sebagai masukan untuk memastikan perlindungan yang optimal bagi pasien.

Penanganan proteksi radiasi internasional dilakukan oleh *Internasional Comission on Radiological Protection* (ICRP) sedangkan di Indonesia proses pengawasan dilakukan oleh BAPETEN. ICRP telah menentukan dosis maksimum yang dapat diperkenankan sebagai pedoman dalam proteksi radiasi, yaitu *Maximum Permissible Dose* (MPD). Nilai MPD ini telah beberapa kali mengalami perubahan. Oleh karena proteksi radiasi tidak saja ditinjau dari sudut efek somatic saja, tetapi juga efek genetik.

Dosis maksimum yang diperkenankan bagi pekerja radiasi berbeda dengan masyarakat umum. Bagi masyarakat umum tidak lagi memakai MPD, akan tetapi diganti dengan *dosis limit* (batas dosis). Maksud dari pemakaian *dosis limit* ini untuk memperoleh standarisasi dalam pelaksanaan proteksi pada pemakaian sumber-sumber radiasi sehingga masyarakat tidak mungkin mendapatkan radiasi yang membahayakan. Nilai batas dosis untuk masyarakat ialah 1/10 daripada MPD bagi pekerja radiasi (Ahmadi, *dkk*, 2009). BAPETEN juga mengeluarkan regulasi yang sama dengan menerbitkan pedoman dosis pasien radiodiagnostik seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tingkat panduan dosis radiodiagnostik untuk setiap pemeriksaan pada orang dewasa

No.	Jenis Pemeriksaan	Posisi Pemeriksaan	Level Dosis Permukaan Kulit (mGy)
1	Lumbal (Lumbal spine)	AP	10
		Lateral	30
		LSJ	40
2	Abdomen	AP	10
3	Pelvis	AP	10
4	Sendi Panggul (Hip joint)	AP	10
5	Paru (Chest)	PA	0,4
		Lateral	1,5
6	Torakal (Thoracic spine)	AP	7
		Lateral	20
7	Gigi (Dental)	Periapical	7
		AP	5
8	Kepala (Skul)	PA	5
		Lateral	3

Linieritas Keluaran Radiasi

Pada pesawat X-Ray ada beberapa kegiatan uji yang dilakukan untuk mengetahui kualitas suatu pesawat sinar-x, program ini sering disebut sebagai Kontrol Kualitas (*Quality control*). Salah satu kegiatan uji yang termasuk dalam program *Quality control* adalah uji linearitas keluaran radiasi pesawat sinar-x. Linearitas keluaran radiasi adalah tingkat keluaran radiasi yang proposional terhadap penggunaan berbagai mAs. Linearitas keluaran (output) radiasi adalah kemampuan pesawat radiografi untuk menghasilkan keluaran radiasi yang konstan dari berbagai macam kombinasi mA dan waktu paparan sinar-x. Linearitas pemaparan harus dalam toleransi $\leq 10\%$ untuk masing-masing pasangan waktu paparan dengan mAs yang telah ditentukan. Linearitas pemaparan diukur dengan dosimeter radiasi yang presisi untuk mengukur intensitas radiasi. Pada keluaran radiasi (mGy mAs^{-1}), linearitas keluaran radiasi dapat dihitung dengan cara menentukan terlebih dahulu keluaran radiasi maksimum (X2) dan keluaran radiasi minimum (X1). Toleransi koefisien linear tidak boleh melebihi ≤ 0.1 atau ! jika dalam persen maka toleransinya adalah $\leq 10\%$

Piranha

Piranha merupakan multimeter yang dapat mengukur: kV, waktu, dosis, laju dosis, HVL, dan total filtrasi. Piranha menjamin bahwa hasil pengukuran alat ini merupakan hasil yang akurat dengan cara pengukuran yang sederhana, cepat, dan cerdas. Piranha ini dirancang sebagai multimeter yang serba lengkap (all in one) yang sangat cocok untuk digenggam di telapak tangan. Detektor standar dan Bluetooth yang telah terpasang pada alat Piranha memudahkan dalam pengukuran serta alat ini juga dilengkapi dengan USB yang sesekali bisa digunakan jika dibutuhkan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret –April 2013, pada Instalasi Radiologi Rumah Sakit Tadjuddin Chalid Makassar. Perangkat X-ray yang digunakan adalah jenis x-ray mobile.

Pengambilan data Pengukuran

Data pengukuran nilai keluaran (output) radiasi diambil secara langsung pada saat pengujian alat. Untuk keakurasian hasil pengukuran, pengambilan data dilakukan sebanyak 5 (lima) kali pengukuran dengan menggunakan tegangan 50 kV –90 kV, dengan variasi nilai keluaran arus tabung (mAs) yang berbeda di setiap pengukurannya

Analisis

Data-data hasil pengukuran dianalisa dengan menggunakan standar pengukuran yang dikeluarkan oleh Australia Barat. Analisa menggunakan metode statistik – parametrik, diantaranya :

- a. Nilai rata-rata hasil pengukuran
- b. Nilai bacaan keluaran tabung (Output)

$$\frac{X_{max} - X_{min}}{X_{max} + X_{min}}$$

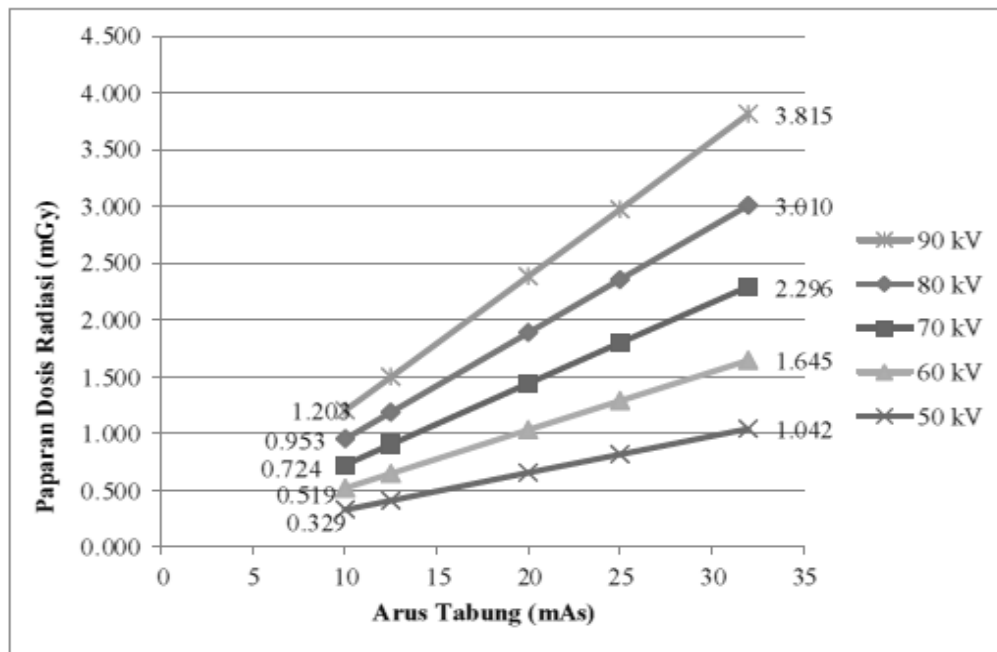
Dengan X_{max} sebagai Paparan dosis radiasi maksimum dan X_{min} sebagai Paparan dosis radiasi minimum

Menganalisis hasil keluaran arus tabung (*output*) dan konsistensi keluaran paparan dosis radiasi (Linearitas Output) berdasarkan nilai rata-rata pengukuran dengan batas toleransi 10%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

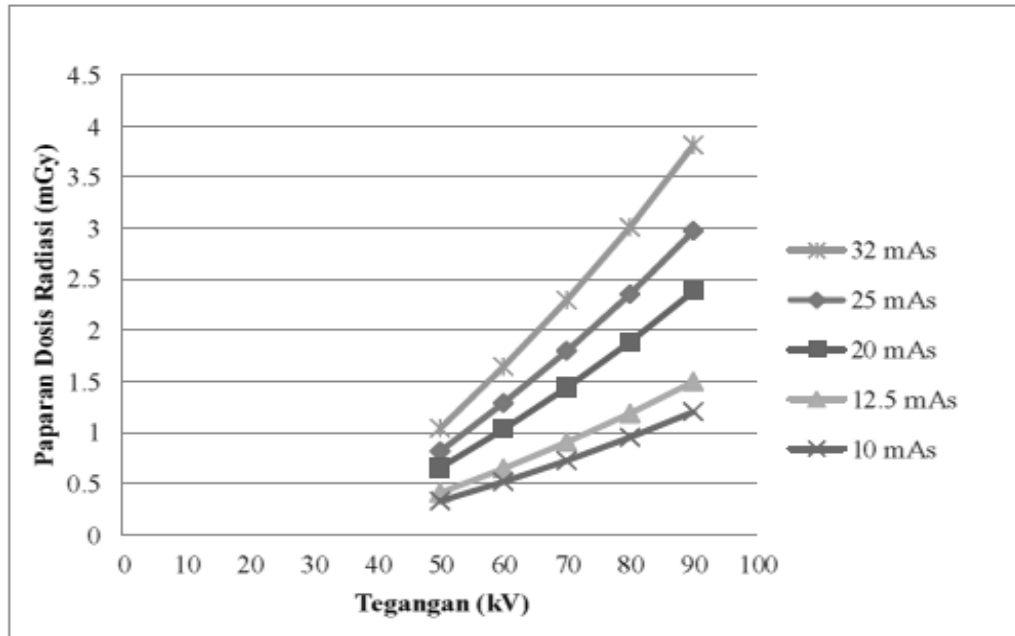
Pesawat Sinar-x yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Pesawat Sinar-x Mobile dengan merk GE buatan Francis yang berada di Instalasi Radiologi RS Dr.Tadjuddin Chalid Makassar. Pesawat jenis ini dapat digunakan untuk pemeriksaan general radiography baik untuk konvensional maupun pemeriksaan dengan bahan kontras. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan berbagai variasi mAs untuk setiap nilai tegangan yang ditentukan, yaitu 10 mAs, 12,5 mAs, 20 mAs, 25 mAs, dan 32 mAs pada setting 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV dan 90 kV, pada jarak fokus ke detektor Piranha yaitu 70 cm, luas daerah penyinaran disesuaikan dengan ukuran detektor Piranha. Masing-masing pengukuran dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali untuk setiap mAs pada setiap tegangan.

Hasil Eksperimen Paparan Dosis Radiasi



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Hasil Pengukuran Paparan Dosis Radiasi dengan Nilai Keluaran Arus Tabung (mAs)

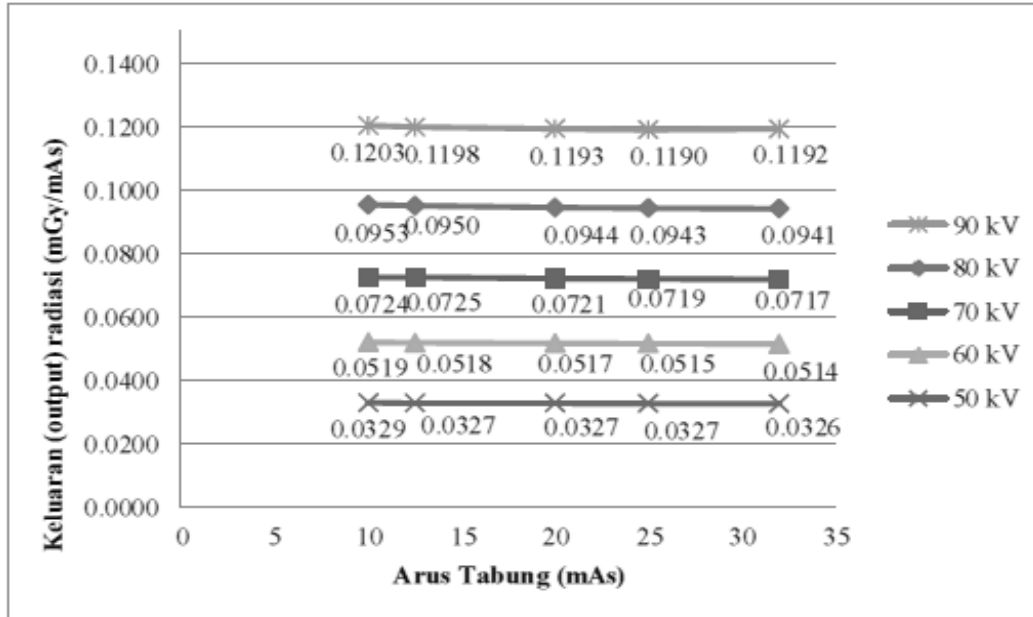
Gambar 3 menunjukkan bahwa dosis radiasi paling rendah berada pada pengaturan arus tabung yang paling rendah yaitu 10 mAs dan dosis radiasi yang paling tinggi berada pada pengaturan arus tabung paling tinggi yaitu 32 mAs. Untuk hubungan tegangan terhadap paparan dosis radiasi dapat dilihat pada grafik berikut;



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai Hasil Pengukuran Paparan Dosis Radiasi dengan Tegangan (kV)

Grafik 4 menunjukkan bahwa dosis radiasi paling rendah berada pada pengaturan tegangan yang paling rendah yaitu 50 kV dan dosis radiasi yang paling tinggi berada pada pengaturan tegangan paling tinggi yaitu 90 kV. Jadi tabung pesawat sinar-x masih berfungsi dengan baik jika ditinjau dari hubungan antara hasil paparan dosis radiasi terhadap arus tabung serta hubungan antara hasil paparan dosis radiasi terhadap tegangan, karena semakin besar arus tabung yang digunakan maka semakin tinggi tingkat densitas film serta dosis radiasi yang dihasilkan, begitu pula dengan tegangan jika semakin besar tegangan yang digunakan maka daya tembus sinar-x juga semakin dalam dan dosis paparan radiasi juga semakin besar.

Analisis Keluaran (output) Radiasi Sinar-x dan Linearitas



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai Output (Keluaran) Radiasi dengan Nilai Keluaran Arus Tabung (mAs)

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, dan 90 kV, output radiasi yang dihasilkan untuk setiap pengaturan arus tabung tidak mengalami perbedaan yang signifikan atau memiliki tingkat kesejajaran yang baik pada setiap tegangan. Jadi jika ditinjau dari linearitas pesawat sinar-x tingkat akurasi keluaran tabung masih berfungsi dengan baik sehingga menghasilkan linearitas yang baik.

Dengan demikian Pesawat Sinar-x Mobile dengan merk GE buatan Francis dengan GEMS model 2393199 yang berada di Instalasi Radiologi RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar memiliki Linearitas keluaran radiasi yang baik yaitu tidak melewati dari batas toleransi yang diizinkan (10%).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat kami simpulkan bahwa hasil analisa dapat disimpulkan bahwa Output Radiasi yang dihasilkan untuk tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV dan 90 kV jika dilihat dari perhitungan secara statistik tidak mengalami perbedaan yang signifikan sehingga linearitas output radiasi pesawat sinar-x Mobile di Rumah Sakit Dr. Tadjuddin Chalid masih dalam batas toleransi yang diizinkan (10 %)

DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah Firmansyah, 2012, Analisis Kebocoran Radiasi Pada Phywe X-Ray Unit Dengan Surveymeter, *Skripsi*.
- Aulya Rahayu, 2011, Perbandingan Karakteristik Keluaran Antara Pesawat Sinar-x Toshiba Model DRX-1824B dan Toshiba Model DRX- 1603B.
- BATAN, *Layanan Compliance Test Pesawat Sinar-x*, http://www.batan.go.id/ptkmr/labptkmr/compliance_test.html (04 Mei 2013).
- Departemen Kesehatan RI Direktorat Jendral Pelayanan Medik, 2001, *Pedoman Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan*. Jakarta : DEPKES RI.
- Donohue, Daniel P., 2000, *An Analysis of Radiographic Quality*. New York : PRO-ED, Incorporated.
- Dwi Oktavina Winata, 2011, Koefisien Backscatter Faktor Sinar-x Diagnostik dalam Rentang RQR (*Radiation Qualities In Radiodiagnostik*).
- Health Department of Western Australia, 2008, *Workbook 1 Mobile Radiographic Equipment*. 2nd edition(I). Australia: Health Department of Western Australia.
- http://www.medgadget.com/2011/03/mobilett_mira_mobile_wireless_xray_from_siemens.html (update: 4/5/2013)
- Khan, Faiz M., 2003, *The Physics of Radiation Therapy*. 2nd edition. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ruslan Hani, Ahmadi dan Handoko Riwidikdo., 2009, *Fisika Kesehatan*. Jogjakarta: Mitra Cendekia Press.
- Surat Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 01-P /Ka-BAPETEN/ I-03 tentang Pedoman Dosis Pasien Radiodiagnostik, Jakarta , 2003.