



ANALYSIS OUTPUT TOLERANCE LIMITS X-RAY MACHINE DIAGNOSTIC (Case Study in one of the General Hospital in Banda Aceh)

Evi Yufita, Rini Safitri

¹Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Syiah Kuala
Email: eviyufita@yahoo.com, rsafitri@unsyiah.net

Abstract. Currently, several regional general hospitals in Banda Aceh now have excellent support facilities, one of which is a diagnostic X-ray machine. The performance of diagnostic X-ray machine should be checked to determine if the dose received does not harm a patient and produce a good image and provide diagnostic information in a timely and accurate, therefore there are necessary for quality control activities on the machine X-ray. Factors that affect the dosing and imaging results, among others, the amount of the provision of current and voltage. From the research shows that the value of the output voltage generated is not much different from the value of the input voltage with a percentage value below 5%. This value shows a good output machine X-ray because it is still under the maximum tolerance limit of 10%. So the overall results of observations on the machine X-ray is in hospital, the quality control measurements gave values still within safe limits. Then by giving a higher input voltage turns also affect the amount of energy produced, thus affecting also absorbed dose X-rays are produced.

Keywords: Quality control, diagnostic X-ray machine

I. PENDAHULUAN

Sinar-X merupakan salah satu penemuan di bidang fisika yang memberikan perubahan mendasar dalam bidang kedokteran yaitu dengan memanfaatkan kemampuan daya tembus sinar X yang tinggi, dimana mampu menembus jaringan tubuh sehingga dapat membentuk gambar atau bayangan dari bagian tubuh yang disinarnya. Sinar-X yang berenergi tinggi mampu membentuk bayangan, sedangkan yang energinya rendah diserap oleh bahan obyektif.

Besarnya penyerapan oleh bahan tergantung dari panjang gelombang sinar-X, susunan objek yang terdapat pada alur berkas sinar-X, dan ketebalan serta kerapatan bahan. Dalam kegiatan medik, sinar-X dapat dimanfaatkan untuk diagnosa maupun terapi. Sinar X mampu membedakan kerapatan dari berbagai jaringan dalam tubuh manusia yang dilewatinya. Dengan penemuan sinar-X ini,

informasi mengenai tubuh manusia menjadi mudah diperoleh tanpa perlu dilakukan pembedahan [1, 2].

Saat ini pesawat sinar X sangat diperlukan dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat. Perlu diatur suatu sistem pelayanan yang baik yang berhubungan dengan ketepatan diagnosa pada pasien. Salah satu rumah sakit umum di Banda Aceh saat ini telah memiliki fasilitas pendukung yang sangat baik antara lain tersedianya Pesawat Sinar-X.

Optimalisasi hasil pemeriksaan Pesawat Sinar-X ini sangat diperlukan agar citra yang dihasilkan memiliki kualitas baik dengan radiasi yang diberikan ke pasien tetap dalam jumlah sekecil mungkin dan berada dalam nilai batasan yang aman. Pembentukan gambar pada peristiwa pencitraan pesawat sinar-X tergantung dari beberapa faktor antara lain ; pengaruh arus dan tegangan pada tabung.

Arus tabung

Arus tabung dalam besaran mA berasal dari pemanasan filamen, jika pemanasan filamen ditingkatkan maka arus dalam tabung sinar-X juga meningkat. Dengan peningkatan arus akan menambah intensitas sinar-X dan penurunan arus akan mengurangi intensitas, sehingga semua intensitas sinar-X atau derajat terang/*brightness* akan bertambah sesuai dengan peningkatan intensitas radiasi sinar-X di titik fokus. Oleh sebab itu, derajat terang dapat diatur dengan mengubah arus. Intensitas sinar-X yang bervariasi akan terus membawa hubungan yang sama antara satu dengan yang lainnya.

Pengaruh tegangan tinggi

Tegangan tinggi (HV) dalam besaran kV akan berpengaruh pada daya tembus sinar-X terhadap obyek. Semakin besar tegangan masukan maka semakin besar energi yang dihasilkan, sehingga dosis serap sinar-X yang dihasilkan juga semakin meningkat. Dengan demikian akan berpengaruh pada pembentukan gambar, karena dengan perubahan tegangan menyebabkan perubahan total pada intensitas berkas sinar-X. Hal ini terjadi dengan tanpa perubahan arus tabung [2,3].

Penelitian uji kesesuaian (*quality control*) pada Pesawat Sinar-X telah banyak dilakukan untuk mengetahui kualitas dari pesawat sinar-X. Salah satu dari hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa pemberian/pengaturan arus dan tegangan tabung yang tepat pada pesawat sinar-X sangat penting dalam suatu diagnose karena sangat mempengaruhi hasil pencitraan sehingga menjamin keselamatan terhadap pasien, operator, dan lingkungan [4].

Berdasarkan survei awal yang dilakukan, di salah satu RSUD di Banda Aceh, diketahui sejak lima tahun terakhir peralatan Pesawat Sinar-X di RSUD ini belum pernah dilakukan uji kesesuaian (*quality control*) untuk mengetahui kondisi pesawat sinar-X tersebut. Dengan demikian, untuk memastikan apakah salah satu pesawat Sinar-X di RSUD ini memenuhi persyaratan keselamatan radiasi yang telah

ditetapkan oleh pemerintah melalui Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Informasi tentang diagnosis yang akurat dan dosis yang tepat sehingga akan menghasilkan kualitas citra *radiografi* yang baik, maka perlu dilakukan kegiatan kendali mutu untuk memonitor kondisi parameter-parameter yang berhubungan dengan teknik pemeriksaan agar tetap konsisten sesuai dengan kondisi yang diinginkan dan diperbolehkan secara nasional.

Target dari hasil pemantauan ini adalah untuk mendapatkan parameter referensi dari Pesawat Sinar-X meliputi nilai arus dan perbandingan nilai tegangan *input* dengan tegangan *output* dari detektor, sehingga nantinya dari hasil pengamatan parameter yang diperoleh dapat menjadi acuan pada saat penggunaan Pesawat Sinar-X di waktu yang akan datang dengan menghasilkan hasil pencitraan *radiografi* yang lebih berkualitas [5,6].

Setiap pengukuran pasti memiliki ketidakpastian bergantung pada teknik pengukuran dan peralatan yang digunakan. Oleh karena itu batas toleransi untuk suatu parameter harus dimasukkan ke dalam ketidakpastian pengukuran. Untuk pemantauan *quality control* dari pesawat sinar-X di rumah sakit dilakukan dengan menggunakan detektor *nero 4000M+*. Pelaksanaan pemantauan ini bekerja sama dengan Badan Teknologi Nuklir Nasional (BATAN).

II. METODOLOGI

Peralatan

Kontrol panel sinar X (PHILIPS), *REF/Model 9890 000 86091*, *Permanent Filtration = 2,5 Al/75*, *Nominal Voltage = 150 Kv.*, detektor *nero 4000 M+*, *survey meter*.

Metode Penelitian

Pada tahap awal, diperlukan persiapan alat Pesawat Sinar-X yang digunakan, dimana pesawat yang digunakan berjarak 100 cm antara meja pasien dan tabung sinar-X. Pengumpulan data dilakukan dengan

menggunakan detektor nero 4.000 M+ yang dapat mengamati nilai yang dikeluarkan oleh pesawat sinar-X yaitu nilai tegangan rata-rata, tegangan efektif, tegangan maksimum, dan dosis.

Adapun parameter pengamatan yang akan dilihat adalah:

1. Stabilitas tegangan. Untuk mengukur ketepatan tegangan dapat digunakan alat kVp meter yang diletakan di bawah kolimator. Tegangan yang digunakan untuk pengujian sebesar 70 kV, arus sebesar 160 mA dan waktu 0,012 s dengan pengamatan dilakukan perulangan sebanyak 3 kali.
2. Akurasi tegangan *input* dengan tegangan *output* (tegangan efektif) dari detektor. Variasi tegangan yang dipilih adalah 40, 50, 60, dan 70 kV dengan arus sebesar 160 mA.
3. Akurasi arus. Untuk data akurasi arus digunakan arus sebesar 50 dan 250 mA dengan tegangan masukan sebesar 70 kV dan waktu 0,012 s.

Pengujian kestabilan tegangan pada pesawat sinar x

Pengamatan nilai tegangan input di kontrol panel terhadap nilai tegangan output pada detektor bermaksud untuk melihat ketepatan nilai tegangan yang dihasilkan pada pesawat sinar-X. Pesawat sinar-X dikatakan stabil apabila memiliki nilai tegangan masukan di kontrol panel sama dengan nilai tegangan output dari detektor atau terdapat selisih nilai tegangan sehingga tidak melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan. Adapun toleransi perbedaan tegangan tersebut yaitu pada batasan $\pm 10\%$. Dengan demikian nilai tegangan yang dihasilkan oleh detektor berada dalam batasan yang dapat diterima.

Sebelum dilakukan penelitian untuk mengamati akurasi beberapa tegangan input 40,50,60, dan 70 kV pada pesawat sinar-X, kegiatan awal dilakukan adalah pengamatan stabilitas tegangan dan akurasi arus bertujuan untuk melihat kestabilan alat yaitu dipilih pada satu nilai tegangan input saja yaitu pada nilai 70 kV. Dari hasil pengamatan yang tercatat dari detector nero 4000 M+ diperoleh data seperti Tabel 1 dan Tabel 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel.1 Data pengamatan stabilitas tegangan pada pesawat sinar-X dengan pengamatan perbandingan nilai tegangan *output* dan tegangan *input* sebesar 70 kV.

PENGATURAN PANEL			HASIL TERUKUR				
Tegangan masukan (kV)	Arus (mA)	Waktu (s)	Tegangan rata-rata (kV)	Waktu (s)	Dosis (μ Gy)	Tegangan efektif (kV)	Tegangan max (kV)
70	160	0,012	70,05	0,121	95,54	69,93	70,78
			70,09	0,121	98,18	69,85	70,92
			70,15	0,121	101,5	69,69	70,82
Nilai rata-rata			70,09	0,121	98,40	69,87	70,84

Tabel 2. Data pengamatan akurasi arus pada pesawat sinar-X

PENGATURAN PANEL			HASIL TERUKUR				
Tegangan (kV)	Arus (mA)	Waktu (s)	tegangan rata-rata (kV)	Waktu (s)	Dosis (μ Gy)	Tegangan Efektif (kV)	Tegangan Max (kV)
70	50	0,012	70,19	0,0115	29,65	69,71	71,69
	250		69,95	0,122	156,8	69,72	70,14

Pada pemberian tegangan *input* yang tetap yaitu 70 kV, terlihat pada Tabel 1 bahwa nilai

tegangan *output* yang dihasilkan mendekati dengan tegangan *input* yaitu dengan tegangan

output rata-rata sebesar 70,09 kV dengan persentase pergeseran tegangan sebesar 1 % dan nilai ini berada di bawah nilai batas standar (persen teloransi) yang dibolehkan yaitu di bawah 5%. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilakukan pengujian untuk nilai tegangan yang lain. Data pengamatan untuk

tegangan yanglain dapat dilihat pada Tabel 3. Dari data variasi arus pada Tabel 2, dengan pemberian arus yang berbeda pada tegangan konstan terlihat bahwa pemberian arus tidak begitu mempengaruhi nilai tegangan keluaran yang dihasilkan.

Tabel 3. Data pengamatan variasi tegangan *input* dengan tegangan *output* dari pesawat sinar-X

Nilai input			Nilai output pada detector			
Teganga (kV)	Tegangan rata-rata (kV)	Persen (%)	Tegangan Max (kV)	Persen (%)	Tegangan Efektif(kV)	Persen (%)
40	39,25	1,8	39,4	1,3	39,1	2,2
50	48,41	3,2	48,5	3,2	48,3	3,4
60	59,09	1,5	59,2	1,2	58,9	1,7
70	69,67	0,5	69,8	0,24	69,4	0,8

Pada Tabel 3, variasi tegangan diberikan bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap nilai *output* dari PesawatSinar-X. Disini terlihat bahwa tegangan *output* yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan nilai tegangan *input* dengan nilai persentase di bawah 5%. Nilai tersebut menunjukkan keluaran yang baik dari pesawat sinar-X karena masih berada di bawah batasan toleransi maksimum yaitu 10% sesuai peraturan dari BAPETEN [7].Dengan demikian keluaran tegangan tinggi pada Pesawat Sinar-X memenuhi standar, sehingga aman digunakan. Teramati juga bahwa semakin besar tegangan *input* yang diberikan maka semakin besar pula nilai output yang dihasilkan.

memonitor radiasi yang digunakan untuk mengukur kecepatan radiasi atau laju dosis di suatu area digunakan peralatan *surveymeter*. Dari hasil pembacaan melalui *surveymeter*, ternyata pemberian variasi tegangan masukan mempengaruhi dosis serap sinar-X yang dihasilkan, ini terlihat dari data pada Tabel 4

Tabel 6. Data nilai dosis serap sinar-X sebagai fungsi tegangan

Nilai input	Nilai output pada detector
Tegangan (kV)	Dosis serap (μ Gy)
40	24,62
50	44,28
60	73,08
70	106,1

Selain itu besar tegangan akan berpengaruh pada daya tembus sinar-X terhadap obyek. Semakin tinggi tegangan *input* maka semakin tinggi daya tembusnya serta menyebabkan perubahan total pada intensitas berkas sinar-X, dengan kata lain energi radiasi sinar-X yang di hasilkan meningkat sehingga nilai dosis serap sinar-X pun bertambah besar.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dosis serap yang diterima obyek akan semakin tinggi bila pemberian tegangan ditingkatkan seperti terlihat pada Tabel.4. Dengan peningkatan tegangan *input*

Pengaruh tegangan masukan terhadap dosis serap yang dihasilkan.

maka energi yang dihasilkan semakin besar pula sehingga intensitas sinar-X yang dihasilkan semakin tinggi maka dengan demikian mempengaruhi besar dosis serap yang diterima oleh objek.

Radiasi yang dihasilkan dari pesawat sinar-X. tidak dapat dideteksi dengan indra manusia sehingga manusia tidak mengetahui kapan ia dalam kondisi berbahaya atau tidak. Untuk

Besarnya nilai intensitas sinar-X ini, selain dipengaruhi oleh tegangan yang diberikan, juga dipengaruhi oleh pemberian arus, pengaturan jarak pesawat sinar-X terhadap pasien dan waku pencitraan (waktu

exposure). Waktu *exposure* yang lama juga akan meningkatkan intensitas dari sinar-X. Semakin lama waktu eksposur yang digunakan, maka electron-elektron yang di hasilkan dari pesawat sinar-X semakin banyak sehingga meningkatkan radiasi sinar-X yang dikeluarkan sehingga dapat membahayakan pasien.

Dalam hal ini diharapkan lamanya waktu *exposure* yang diberikansesingkat mungkin pada saat pelaksanaan diagnosa karena untuk menghindari efek negatif dari radiasi yang dihasilkan terhadap pasien. Untuk itu dalam setiap pengoperasian Pesawat Sinar-X selalu dilakukan pengaturan waktu, arus dan tegangan yang bergantung pada kondisi objek yang disinari, dalam hal ini objek yang dimaksud adalah seorang pasien misalnya berat dan usia pasien Selain itu besarnya intensitas sinar-X yang diberikan sangat mempengaruhi kualitas pencitraan yang dihasilkan.

Dari hasil keseluruhan kegiatan kendali mutu pada pesawat sinar-X yang ada di salah satu rumah sakit umum Banda Aceh ini, maka pesawat sinar-X tersebut masih menunjukkan nilai pengukuran yang sesuai standard yang berlaku (ketetapan BAPETATEN) dengan nilai teloransinya di bawah 5%.

KESIMPULAN

Dari hasil keseluruhan pengamatan pada pesawat sinar-X yang ada di salah satu rumah sakit umum Banda Aceh, maka kegiatan kendali mutu (*quality control*) memberikan nilai beberapa parameter yaitu arus dan tegangan pada pesawat sinar-X yang masih berada dalam batas maksimum yang aman dan sesuai peraturan BAPETEN yaitu berada di bawah 5% dari batas teloransi maksimum 10%.

Untuk nilai stabilitas tegangan, nilai input sebesar 70 kV dan nilai output yang dihasilkan sebesar 40, 50, 60, dan 70 kV pada Pesawat Sinar-X tersebut tidak berbeda jauh dengan nilai tegangan output yang dihasilkan yaitu masing-masing sebesar 39,1 , 48,3 , 58,9 , dan 69,4 kv. Dari hasil tersebut terlihat

bahwa persen toleransi parameter tersebut masih di bawah 5%. Nilai tersebut menunjukkan keluaran yang baik dari Pesawat Sinar-X karena masih berada di bawah batasan toleransi yang dianjurkan.

Selain itu dosis serap yang diterima obyek akan semakin besar bila pengaturan tegangan dan arus ditingkatkan dan juga mempengaruhi besarnya intensitas dan daya tembus sinar-X yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak PTKMR BATAN yang telah membantu dalam proses pengambilan data di lapangan, juga kepada M. Arif.S.Si yang telah membantu penelitian ini sekaligus penyelesaian tugas akhirnya.

REFERENSI

1. A. Mukhlis, 2000, *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, Rieneka Cipta, Jakarta..
2. G.F. Knool, 2000, *Radiation Detection and Measurement*, 3rd, New York, John Wiley.
3. Ks Krane, 1992, *Fisika Modern*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
4. S.C. Husniah, 2005, *Characterization of a Dose Area Dosemetere*, thesis Master, Universiti Sains Malaysia, Malaysia.
5. Suyatno dan B. Sigit, 2011, *Prosiding, Analisis Pembentukan Gambar dan Batas Toleransi Uji Kesesuaian Pada Pesawat Sinar-X Diagnostik, Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir -BATAN, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang*
6. P. Sprawls, 1995, *The Physicisal Principal in Medical Imaging*, 2nd, Madison Wisconsin: Medical Physics Publishing.
7. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 1250/MENKES/XII/2009, Pedoman kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik, Jakarta.

