

THE EFFECT OF VARIATION MILLIAMPERE-SECONDS (mAs) TO ENTRANCE SKIN EXPOSURE AND RADIOGRAPHIC ANATOMY IMAGE IN EXAMINATION OF COLUMNNA VERTEBRA LUMBAL WITH AP PROJECTION

PENGARUH VARIASI MILLIAMPERE-SECONDS (mAs) TERHADAP ENTRANCE SKIN EXPOSURE DAN GAMBARAN ANATOMI RADIOGRAFI PADA PEMERIKSAAN COLUMNNA VERTEBRA LUMBAL PROYEKSI AP

¹⁾Siti Daryati

²⁾Gatot Murti Wibowo

^{1),2)}Lecturer of Radiodiagnostic and Radiotherapy
Program in Poltekkes Kemenkes Semarang

Abstract

When taking radiograph with object which has a given variation in thickness and density, like as columnna vertebra lumbal which lay in posterior of abdomen, its is needed to use exposure technique correctly to made for good image quality with low radiation exposure. The research's aim is to know the effect of variation mAs to ESE and quality of radiographic anatomy image in examination of columnna vertebra lumbal with AP Projection with fixed kV. So it will result correctly mAs value to produce a good image quality and low radiation exposure.

Quantitative Descriptive research with experimental approach was done with x-ray machiine type UD150I-30E. The data of experiment was taken with made eight radiographs and the ESE measurement is conducted using TLD which layed on surface of abdomen phantom or at central point. Exposure was taken with eight times with eight variation of mAs . It is about 8,10,12,14,16,18,20 and 22 mAs with 80 kV. The result of radiographs were observed by three peoples whose are lecturer of radiodiagnostic and radiotherapy program to obtained data about quality of radiographic anatomy image. The result of TLD reader and data about quality of radiographic anatomy image are shown in form of figure tables and graphics then analyses are made descriptively.

The result shown that there is a effetct of variation mAs to ESE and quality of radiographic anatomy image. Higher mAs result higher ESE and increase mAs about two interval reslut average value is 142 mR. Variation of mAs result variation of image quality. A good image quality with 19,1 cm part thickness resulted with use 18 mAs and 20 mAs with 80 kV. Optimum mAs with 80 kV in this research's is 18 mAs .

Keyword: variation mAs , Entrance Skin Exposure (ESE), quality of radiographic anatomy image, columnna vertebra lumbal

A. Pengantar

Pemeriksaan Columnna Vertebra Lumbal proyeksi AP dibutuhkan pengaturan teknik eksposi yang tinggi. Teknik eksposi ini dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu: tegangan (kVp) dan

milliAmperesecons (mAs). Tegangan tabung sinar-X (kVp) berpengaruh pada kualitas sinar-X atau daya tembus sinar-X, yang berdampak pada kontras radiograf, sedangkan mAs berpengaruh terhadap jumlah sinar-X yang dihasilkan. milliAmperesecons (mAs) berpengaruh

pada densitas radiograf dan juga dosis pada pasien. Densitas radiograf berpengaruh pada kualitas radiograf. Anatomi radiograf dapat dievaluasi apabila kualitas radiograf baik. Dengan meningkatkan *mAs* maka meningkat pula jumlah sinar-X yang dihasilkan dan dosis yang diterima oleh pasien juga akan bertambah. Oleh karena itu diperlukan pengaturan factor eksposi yang tepat terutama dalam pemakaian *mAs*, guna menekan dosis yang diterima oleh pasien, namun dapat menghasilkan kualitas radiograf yang baik.

Salah satu dosis pada pasien pemeriksaan sinar-X yaitu eksposi / paparan yang diterima pada permukaan kulit atau *Entrance Skin Exposure (ESE)*. *ESE* lebih sering digunakan karena mudah diukur dan dapat dibuat suatu perkiraan yang akurat dalam pengukuran (Bushong, 2001). Menurut (Carlton dan Adler, 2001), eksposi (R) digunakan untuk menghitung *Entrance Skin Exposure (ESE)* pada pasien yang akan disinari atau setelah disinari. Eksposi maksimum yang diterima oleh pasien tidak terjadi pada bagian organ tubuh atau objek yang difoto, tetapi pada daerah kulit masuknya radiasi ke bagian organ tubuh atau objek yang difoto tersebut.

Pengaturan teknik ekpose yang tepat dalam setiap pemeriksaan dapat mengurangi *ESE* yang diterima pada pasien, terlebih pemeriksaan - pemeriksaan dengan objek yang membutuhkan teknik eksposi yang tinggi seperti pemeriksaan CVL. Namun demikian, di lapangan banyak sekali dijumpai penggunaan variasi *mAs* pada pengaturan factor eksposi untuk pemeriksaan yang membutuhkan teknik eksposi yang tinggi. Telah diketahui bahwa *mAs* akan meningkatkan jumlah sinar-X yang dihasilkan sehingga dosis paparan radiasi yang diterima pasien akan lebih besar.

Selain itu perubahan nilai *mAs* akan menyebabkan perubahan pada densitas radiograf yang mempengaruhi kualitas radiograf. Menurut Carlton dan Adler

(2001), *mAs* merupakan faktor utama yang mengontrol densitas radiograf. *mAs* yang terlalu tinggi akan menyebabkan *overexposure* (radiograf yang terlalu gelap) dan *mAs* yang terlalu rendah akan menyebabkan *underexposure* (radiograf yang terlalu terang). Kedua hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kejelasan gambaran anatomi yang dihasilkan oleh radiograf. Untuk mencegah terjadinya *underexposure* ataupun *overexposure* yang berujung pengulangan eksposi terhadap pasien, maka dibutuhkan pengaturan *mAs* yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi *mAs* dengan *kVp* tetap pada pemeriksaan CVL dalam rangka mendapatkan nilai *mAs* yang optimal guna menghasilkan radiograf yang baik dengan dosis pasien yang seminimal mungkin.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pesawat sinar-X merk Shimadzu tipe ED 150I-30E. Eksposi terhadap phantom abdomen dilakukan delapan kali dengan menggunakan faktor eksposi *kV* tetap yaitu 80 *kV* dan *mAs* yang bervariasi mulai dari 8,10,12,14,16,18, 20, dan 22 *mAs* untuk mendapatkan nilai *ESE* dan delapan radiograf. Sebelum melakukan eksposi pada titik bidik diletakkan TLD. *ESE* diukur dengan menggunakan metode *direct measurement*. Kualitas radiograf diperoleh dengan cara observasi terhadap kedelapan radiograf oleh tiga orang observer dengan menilai kejelasan struktur gambaran anatomi radiografi yang ditampakkan oleh masing-masing radiograf. Kriteria penilaian berdasarkan rekomendasi CEC tahun 1996 tentang kriteria anatomi columna vertebra lumbal proyeksi AP.

Data yang dihasilkan diolah dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Office Excel 2007* dan statistik deskriptif. Data disajikan dalam bentuk tabel dan atau grafik untuk kemudian dideskripsikan

dan dianalisa guna mendapatkan kesimpulan.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Dari eksperimen pengukuran *Entrance Skin Exposure* menggunakan TLD

disetai dengan pembuatan delapan buah radiograf pada pemeriksaan columna vertebra lumbal proyeksi AP dengan objek phantom abdomen yang memiliki ketebalan rata-rata 19,1 cm diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Nilai *Entrance Skin Exposure*

Tabel 1. Hasil Pengukuran *ESD* Dengan Variasi *mAs* Pada Pemeriksaan Columna Vertebra Lumbal Proyeksi AP

No.Pengukuran	kV	mAs	ESD(mSv)
1	80	8	0.929
2	80	10	1.374
3	80	12	1.681
4	80	14	1.804
5	80	16	2.123
6	80	18	2.459
7	80	20	2.821
8	80	22	3.235

Untuk memperoleh hasil dalam satuan *roentgen* untuk paparan radiasi atau *Entrance Skin Exposure* (R), masing-masing nilai *ESD* (mSv) pada tabel 1 harus diubah dahulu menjadi dosis paparan diudara (K_i) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K_e = K_i \cdot B$$

$$K_i = \frac{K_e}{B}$$

Kemudian masing-masing nilai dosis diudara (K_i) yang dihasilkan dalam

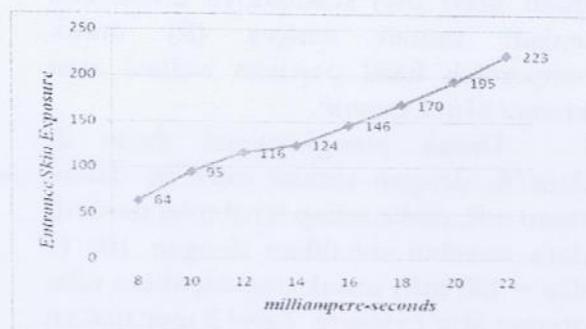
satuan *sivert* (Sv) selanjutnya dikonversi menjadi satuan *rontgen* (R) untuk memperoleh hasil paparan radiasi atau *Entrance Skin Exposure*.

Untuk mengkonversi dosis di udara/ K_i dengan satuan mSv ke dalam satuan mR, maka setiap hasil nilai dosis di udara tersebut dikalikan dengan 100 (1 mGy = 100 mR) untuk mendapatkan nilai *Entrance Skin Exposure*. Tabel 2 merupakan hasil perhitungan nilai *Entrance Skin Exposure* :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai *Entrance Skin Exposure*

No.Perhitungan	A_s	ESD (mSv)	K_i (mGy)	ESE (mR)
1		0.929	0.64	64
2	0	1.374	0.95	95
3	2	1.681	1.16	116
4	4	1.804	1.24	124
5	6	2.123	1.46	146
6	8	2.459	1.70	170
7	0	2.821	1.95	195
8	2	3.235	2.23	223

Pada tabel 2 menunjukkan nilai dosis pada permukaan kulit (*ESD*) dan nilai paparan pada permukaan kulit (*ESE*) pada setiap variasi *mAs*. Terlihat bahwa nilai *ESD* dan *ESE* terendah yaitu 0,929 mSv dan 64 mR pada penggunaan teknik eksposi dengan variasi *mAs* yang digunakan yaitu 8 *mAs* dan nilai *ESD* dan *ESE* tertinggi yaitu 3,235 mSv dan 223 mR pada penggunaan teknik eksposi dengan variasi *mAs* yang digunakan 22 *mAs*. Dan apabila dilihat secara keseluruhan setiap kenaikan variasi nilai *mAs* akan diikuti dengan kenaikan nilai dosis pada permukaan kulit (*ESD*) dan nilai paparan pada permukaan kulit (*ESE*). Untuk mempermudah pembacaan data yang disajikan dalam tabel 2, dibuat grafik mengenai pengaruh variasi *mAs* terhadap *ESE* sebagai berikut :



Gambar 1. Pengaruh Variasi *milliampere-seconds* Terhadap *Entrance Skin Exposure*

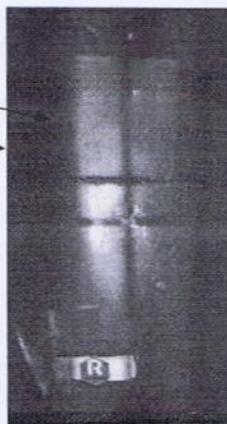
Pada gambar 1 menunjukkan peningkatan nilai *ESE* pada setiap

kenaikan nilai *mAs* secara linear. Dimana pada penggunaan 8 *mAs* menghasilkan nilai *ESE* sebesar 64 mR, penggunaan 10 *mAs* menghasilkan nilai *ESE* sebesar 95 mR, kemudian berturut-turut meningkat sampai pada penggunaan 22 *mAs* menghasilkan nilai *ESE* tertinggi yaitu 223 mR. Jadi, Semakin tinggi nilai *mAs* semakin tinggi *ESE* yang dihasilkan. Untuk memperoleh rata-rata nilai *ESE* yang dihasilkan pada kenaikan *mAs* sebesar dua interval dapat dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai *ESE* yang dihasilkan pada setiap kenaikan *mAs* kemudian dibagi dengan delapan dan menghasilkan rata-rata nilai *ESE* pada kenaikan *mAs* dua interval sebesar 142 mR.

b. Gambaran Anatomi Radiografi Pada Pemeriksaan Columna Vertebra Lumbal Proyeksi AP

Dari pelaksanaan eksperimen didapatkan hasil sebanyak 8 buah radiograf. Delapan buah radiograf ini masing - masing dibuat menggunakan teknik eksposi dengan *kV* tetap yaitu 80 *kV* dan 8 variasi *mAs* yaitu 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 *mAs*. Dan kemudian area yang diekspos adalah pada bagian tengah phantom abdomen selebar 9cm dan memanjang dari Thorakal 9 sampai Sakrum sepanjang 32 cm (perhatikan gambar 2).

TLD
Marker

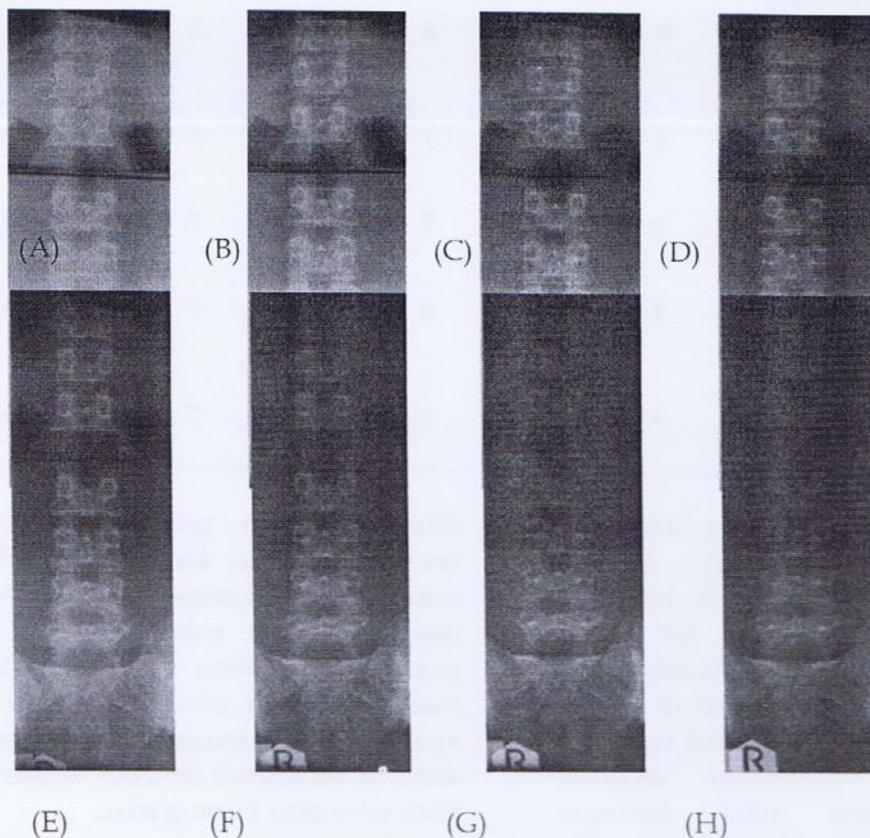


Gambar 2. Area Eksposi Pada Pembuatan Radiograf Columna Vertebra Lumbal Proyeksi AP

Pada gambar 2 terlihat luas bukaan kolimator pada pembuatan radiograf column vertebra lumbal. Pada titik bidik ditempel sebuah TLD agar dalam sekali eksposi mendapat dua hasil yaitu dosis yang diterima dan radiograf setelah dilakukan prosesing pada film.

Delapan buah radiograf yang dihasilkan diberi nama R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8. Dimana R1 untuk radiograf dengan teknik eksposi menggunakan mAs 8, R2 untuk mAs 10, R3 untuk mAs 12, R4 untuk mAs 14, R5 untuk mAs 16, R6 untuk mAs 18, R7 untuk mAs 20 dan R8 untuk mAs 22.

Berikut adalah gambar radiograf hasil eksperimen :



Gambar 3. Radiograf R1-8 mAs (A), Radiograf R2-10 mAs (B), Radiograf R3-12 mAs (C), Radiograf R4-14 mAs (D), Radiograf R5-16 mAs (E), Radiograf R6-18 mAs (F), Radiograf R7-20 mAs (G), Radiograf R8-22 mAs (H)

Secara sekilas kedelapan buah radiograf tersebut memiliki tingkat / derajat kehitaman yang berbeda (densitas), dimana terlihat semakin tinggi nilai mAs yang digunakan semakin tinggi tingkat kehitaman atau densitasnya. Hal ini dapat kita sebut dengan kualitas radiograf secara fotografik. Namun dalam lapangan / klinis kita lebih memperhatikan kualitas radiograf secara anatomik dengan mempertimbangkan kualitas fotografik untuk kejelasan struktur anatomi yang ditampakan.

Untuk memperoleh kualitas radiograf secara anatomik kedelapan radiograf tersebut diobservasikan kepada 3 observer untuk mengetahui nilai gambaran anatomi radiografinya. Kriteria penilaian didasarkan pada kejelasan struktur anatomi yang tampak pada masing - masing radiograf. Berikut tabel hasil penilaian terhadap kedelapan radiograf tersebut berdasarkan masing - masing kriteria gambaran anatomi radiografinya.

Tabel 2. Skor Gambar Berdasarkan Kriteria Gambaran Anatomi Radiografi Columna Vertebra Lumbal Proyeksi AP

NO	KRITERIA ANATOMI	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Total Nilai
	Tampak Corpus									
1	Vertebra Lumbalis Tampak	5	6	7	8	7	8	8	7	56
2	Prosesus Spinosus Tampak	5	6	7	8	8	8	8	7	57
3	Prosesus Transversus	3	5	7	7	6	7	8	6	49
4	Tampak Pedikel	4	5	6	7	6	7	7	8	50
5	Tampak Trabekula Tulang	3	4	6	6	6	8	7	6	46
6	Intervertebral Joint	3	5	6	6	6	7	7	6	46

Dari tabel 2 dapat kita lihat total skor dari masing-masing kriteria gambaran anatomi radiografi columna vertebra lumbal proyeksi AP pada keseluruhan radiograf. Pada keseluruhan radiograf yang berarti keseluruhan variasi mAs menyebabkan variasi nilai masing-masing kriteria gambaran anatomi radiografi. Dimana nilai tertinggi dihasilkan oleh corpus vertebra lumbalis dengan total nilai 56 dan nilai terendah

dihasilkan oleh trabekula tulang dan *intervertebral joint* dengan total nilai yang sama yaitu 46. Berdasarkan total skor yang diperoleh oleh masing-masing kriteria gambaran anatomi radiografi tersebut, maka dibuatlah tabel untuk mengetahui apakah masing-masing kriteria gambaran anatomi radiografi tersebut terlihat sangat jelas, jelas atau kurang jelas.

Tabel 3. Acuan Nilai Normatif Masing - Masing Kriteria Gambaran Anatomi Radiografi Pada Seluruh Radiograf

Keterangan	Inetrval Kelas	Frekuensi	No.Kriteria
Sangat Jelas	58 - 74	0	-
Jelas	41 - 57	6	1,2,3,4,5, dan 6
Kurang Jelas	24 - 40	0	-

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa seluruh kriteria gambaran anatomi radiografi columna vertebra lumbal proyeksi AP yaitu corpus vertebra lumbalis, prosesus spinosus, prosesus tranversus, pedikel, trabekula tulang dan *intervertebral joint* pada ke delapan

radiograf tampak terlihat jelas. Jadi radiograf yang dihasilkan pada semua variasi nilai mAs yang digunakan masih dapat diinterpretasikan.

Untuk masing-masing radiograf dapat dinilai tingkat kualitasnya berdasarkan akumulasi nilai setiap kriteria

gambaran anatomi radiografi yang diberikan oleh ketiga observer. Berikut tabel mengenai total nilai kriteria

gambaran anatomi radiografi pada masing-masing radiograf :

Tabel 4. Total Nilai Gambaran Anatomi Radiografi Pada Masing - masing Radiografi

Radiograf - <i>mAs</i>	Obs.1	Obs.2	Obs.3	Total Nilai
R1 - 8 <i>mAs</i>	6	9	8	23
R2 - 10 <i>mAs</i>	12	10	9	31
R3 - 12 <i>mAs</i>	18	12	9	39
R4 - 14 <i>mAs</i>	18	12	12	42
R5 - 16 <i>mAs</i>	12	13	14	39
R6 - 18 <i>mAs</i>	18	12	15	45
R7 - 20 <i>mAs</i>	18	12	15	45
R8 - 22 <i>mAs</i>	12	14	14	40

Dari tabel 4 ditunjukkan jumlah total nilai kriteria gambaran anatomi radiografi yang diperoleh dari hasil observasi oleh tiga observer. Masing-masing radiograf yang di ekspos dengan variasi *mAs* meunjukkan hasil total nilai yang bervariasi, tampak pada tabel 13 dimana radiograf yang memiliki total nilai tertinggi yaitu R6 - 18 *mAs* dan R7 - 20 *mAs* yang memiliki total nilai 45, dan radiograf yang memiliki total nilai terendah yaitu R1 - 8 *mAs* yang memiliki total nilai 23. Jadi variasi *mAs*

menyebabkan variasi pada total nilai kriteria gambaran anatomi radiografi. Semakin rendah *mAs* semakin rendah total nilai kriteria gambaran anatomi radiografi yang dihasilkan dan semakin tinggi *mAs* semakin berkurang total nilai kriteria gambaran anatomi radiografinya.

Untuk melihat kualitas masing-masing radiograf, maka dibuat tabel acuan nilai normatif kualitas radiograf berdasarkan total nilai kriteria gambaran anatomi radiografi. Tabel tersebut dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 5. Acuan Nilai Normatif Kualitas Radiograf

Kualitas Radiograf	Interval Kelas	Frekuensi	Nama Radiograf
Baik	43 - 55	2	R6 dan R7
Cukup Baik	31 - 43	5	R2, R3, R4, R5, R8
Buruk	18 - 30	1	R1

Pada tabel 5 terlihat ada 1 radiograf yang memiliki kualitas radiograf yang buruk, yaitu R1 dan ada 4 radiograf yang memiliki kualitas radiograf cukup baik yaitu R2, R3, R4 dan R5 serta ada 2

radiograf yang memiliki kualitas yang baik, yaitu R6 dan R7.

Berdasarkan tabel 5 dibuat tabel mengenai hubungan variasi *mAs* dengan kualitas radiograf beserta nilai ESE nya.

Tabel 6. Hubungan Variasi *mAs* dengan Total Nilai Kriteria Gambaran Anatomi Radiografi dan Kualitas Radiograf Beserta Nilai *ESE* nya

Nama Radiograf	Variasi <i>mAs</i>	Total Nilai Kriteria Gambaran Anatomi Radiografi	Kualitas Radiograf	<i>ESE</i>
R1	8 <i>mAs</i>	23	Buruk	64 mR
R2	10 <i>mAs</i>	31	Cukup	95 mR
R3	12 <i>mAs</i>	39	Cukup	116 mR
R4	14 <i>mAs</i>	42	Cukup	124 mR
R5	16 <i>mAs</i>	39	Cukup	146 mR
R6	18 <i>mAs</i>	45	Baik	170 mR
R7	20 <i>mAs</i>	45	Baik	195 mR
R8	22 <i>mAs</i>	40	Cukup	223 mR

Pada Tabel 6 dapat dilihat variasi nilai *mAs* menyebabkan variasi kualitas radiograf, pada 8 *mAs* menghasilkan kualitas radiograf yang buruk dengan nilai *ESE* yang dihasilkan rendah yaitu 65 mR, pada 10 sampai 16 *mAs* menghasilkan kualitas radiograf yang cukup dengan nilai *ESE* yang dihasilkan meningkat dari 95 mR sampai 146 mR, pada 18 *mAs* dan 20 *mAs* menghasilkan kualitas radiograf yang baik dengan nilai *ESE* yang dihasilkan 170 mR dan 195 mR. Kemudian pada variasi *mAs* tertinggi yaitu 22 *mAs* menghasilkan penurunan kualitas radiograf dari baik menjadi cukup dan menghasilkan nilai *ESE* tertinggi yaitu 223 mR.

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa *mAs* yang rendah menghasilkan kualitas radiograf yang buruk dan *mAs* yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan kualitas radiograf. Hal ini sejalan dengan pernyataan pada tabel 13 yang menyatakan bahwa Semakin rendah *mAs* semakin rendah total nilai kriteria gambaran anatomi radiografi yang dihasilkan dan semakin tinggi *mAs* semakin berkurang total nilai kriteria gambaran anatomi radiografinya. Jadi perubahan kualitas radiograf linear dengan perubahan total nilai kriteria gambaran anatomi radiografi akibat variasi *mAs*.

2. Pembahasan

Hasil penelitian untuk nilai *ESE* yang dihasilkan pada delapan eksposi dengan *kV* tetap dan delapan variasi *mAs* menunjukkan perubahan nilai *ESE* yang meningkat seiring besarnya *mAs* yang digunakan. Nilai *ESE* terendah yaitu 64 mR pada teknik eksposi dengan 80kV dan 8 *mAs* dan kemudian meningkat terus hingga mencapai nilai *ESE* tertinggi yaitu 223 mR pada teknik eksposi dengan 80 kV dan 22 *mAs*. Dari kedelapan radiograf yang dihasilkan pada seluruh variasi nilai *mAs* menunjukkan total nilai masing-masing kriteria anatomi yaitu corpus vertebra lumbalis, prosessus spinosus dan transversus, pedikel, trabekula tulang dan *intervertebral joint* dalam batas acuan nilai normatif kategori jelas. Jadi keseluruhan radiograf masih dapat diobservasi. Hasil penilaian untuk masing-masing radiograf terdapat variasi total nilai gambaran anatomi radiografi dan kualitas radiograf pada variasi *mAs* yang digunakan. Semakin rendah nilai *mAs* semakin rendah total nilai gambaran anatomi radiografi dan kualitas radiografinya. Namun semakin tinggi nilai *mAs* menurunkan total nilai gambaran anatomi radiografi dan kualitas radiografinya. Pada penggunaan teknik eksposi 80 kV dan 8 *mAs* menghasilkan radiograf dengan total nilai gambaran anatomi radiografi terendah yaitu 23 dan kualitas radiograf yang buruk. Pada penggunaan teknik eksposi 80 kV dan 22 *mAs* menghasilkan

radiograf dengan total nilai gambaran anatomi radiografi yaitu 40 dan kualitas radiograf yang cukup. Total nilai gambaran anatomi radiografi dan kualitas radiograf pada penggunaan teknik eksposi 80 kV dan 22 mAs ini menurun dari radiograf yang dihasilkan pada penggunaan teknik eksposi 80 kV dan 20 mAs yang menghasilkan total nilai gambaran anatomi radiografi yaitu 45 dan kualitas radiograf yang baik. Hasil yang sama diperoleh pada penggunaan teknik eksposi 80 kV dan 18 mAs.

Nilai ESE yang dihasilkan hanya satu yang masuk kedalam rentang nilai ESE yang direkomendasikan oleh CRCPD Tahun 2003 yaitu pada teknik eksposi dengan 80 kV dan 22 mAs. Dan nilai ESE yang dihasilkan oleh teknik eksposi yang lain berada dibawah rentang nilai ESE yang direkomendasikan oleh CRCPD. Namun nilai yang direkomendasikan oleh CRCPD Tahun 2003 ini bukanlah nilai mutlak. Bagi prosedur diagnostik ESE yang dihasilkan lebih rendah dari nilai ESE yang direkomendasikan dapat diterima asal tidak mempengaruhi kualitas radiograf yang dihasilkan, dengan kata lain masih dapat menghasilkan radiograf yang berkualitas.

Dalam pemilihan nilai mAs pada teknik eksposi dengan 80 kV, berdasarkan hasil dari eksperimen mendapatkan dua nilai mAs yang menghasilkan radiograf yang memiliki kualitas baik, yaitu 18 mAs dan 20 mAs. Namun untuk memilih yang terbaik dari salah satu nilai mAs tersebut harus memperhatikan nilai ESE yang dihasilkan. Dalam hubungannya dengan asas ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) yang menghendaki pada pemeriksaan diagnostik menghasilkan kualitas radiograf yang tinggi namun dosis yang diterima pasien

rendah, dari dua nilai mAs tersebut yaitu 18 mAs dan 20 mAs kita memilih nilai mAs yang menghasilkan nilai ESE yang lebih rendah, yaitu 18 mAs. Sehingga dapat dikatakan nilai mAs yang optimal untuk pemeriksaan columna vertebra

lumbal proyeksi AP dengan menggunakan objek phantom dan menggunakan 80 kV yaitu 18 mAs.

DAFTAR PUSTAKA

- AAPM Report No.31.2005. *Standardized Methods For Measuring Diagnostic X-Ray Exposure*. USA : Fluke Corporation
- Akhdar, Hanan Fawaz. 2007. *Assesment of Entrance Skin Dose and Effective Dose of Some Routine X-ray Examinations Using Calculation Technique*. King Saud University. Riyadh
- Bushberg, Jerrold T. 2002. *The Essential Physics Of Medical Imaging* (Second Edition). Lippincott Williams and Wilkins : USA
- Bushong, Steward C. 2001. *Radiologic Science for Technologists Physics Biology and Protection*. seventh edition. Mosby, Inc : St Louis.
- Carlton, Richard R, and Arlene, M Adler. 2001. *Principles of Radiographic Imaging An Art and Science*. Third Edition. Thomson Learning : USA.
- Carroll, Quin B. 1985. *Radiographic Exposure Processing and Quality Control*. third edition. Charles C Thomas Publisher : Illinois.
- CRCPD Publication E-03-2.2003. *Patient Exposure and Dose Guide - 2003*. Conference of Radiation Control Program Directors: USA
- European, Commission. 1996. *European Guidelines On Quality Criteria For Diagnostic Radiographic Images*. ECSC-EC-EAEC: Luxembourg
- TRS No.457.2007. *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code Of Practice*. IAEA:VIENNA