

Analisis Noise pada Radiografi Thorax Pulmonum pada Penerapan Modifikasi Faktor Eksposi Aturan 10 kV

Luthfi Rusyadi¹, Siti Daryati², Dwi Rochmayanti³, Andrey Niko Kurniawan⁴
^{1,2,3,4}Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding Author: Luthfi Rusyadi
e-mail: luthfirusyadi77@gmail.com

Received: January 29th, 2021; Revised: January 30st, 2021; Accepted: February 31st, 2021

ABSTRACT

Background: Quality and dose factors are very important in radiodiagnostic examination. To produce a constant radiographic quality, the density and contrast produced must remain constant. There is a rule that aims to produce a constant radiographic quality by adding the exposure value, the 10 kV rule. This study was conducted to determine the noise in the computed radiography image with the thorax organ produced by modifying the exposure factor of the 10 kV rule and whether it is still within tolerance.

Methods: This quantitative research was conducted with an experimental approach. This is done by taking a series of radiographs that include three exposure factor settings, standard (60 kV, 10 mAs), increased by 10 kV (70 kV, 5 mAs) and lowered by 10 kV (50 kV, 20 mAs). Noise measurement is done by doing ROI in the background area. The exposure index and deviation index values were also recorded as quality and dose references. The data was processed and analyzed by statistical tests.

Results: The effect of exposure factor with the 10 kV rule (70 kV and 50 kV) on noise is higher than the standard exposure factor but the difference is not too far, which is 0.2. The highest exposure index is at 70 kV and the lowest is at 50 kV where at 50 kV the dose is lower. A good deviation index at 70 kV shows the best radiograph in the 10 kV increment rule. The results of the statistical test of the relationship between kV and noise showed that at 50 kV and 20 mAs, 60 kV and 10 mAs gave a significance value of 0.263 and 0.435, while at 70 kV and 10 mAs with Sig. (1-tailed) of .000 which means the relationship between kV to noise is strong because the sig value is below 0.05.

Conclusions: There is a significant relationship between kV and noise. From the quality aspect, the most optimum exposure index and deviation index indicators are in the range of 70 KV and 5 mAs

Keyword: computed radiography images, 10 kV rule, noise

Pendahuluan

Pemeriksaan radiodiagnostik merupakan pemeriksaan yang memanfaatkan radiasi sinar-X untuk menampakkan obyek yang diinginkan dengan membuat radiograf untuk mendapatkan informasi yang dapat mendukung dalam penegakan diagnosa. Oleh karena itu, diperlukan kualitas radiograf yang optimal untuk menunjang hal tersebut. Pengaturan faktor eksposi yang tepat merupakan salah satu cara untuk menghasilkan kualitas radiograf yang optimal (Bushong, 2001).

Faktor eksposi merupakan faktor yang menentukan intensitas dan kualitas sinar-X yang diterima oleh pasien. Faktor eksposi yang dapat di kontrol yaitu: tegangan tabung (kVp), arus tabung (mAs), waktu penyinaran (*second*), dan jarak tabung sinar-X ke film (FFD). Selain itu terdapat faktor eksposi yang merupakan kesatuan dari

pesawat yaitu generator sinar-X, filter, dan ukuran *focal spot* (Bushong, 2001).

Tegangan tabung (kVp) mempengaruhi faktor utama yang mengontrol kualitas sinar-X yaitu kemampuan sinar-X untuk menembus obyek yang dilaluinya. Tegangan tabung (kVp) mempengaruhi kontras radiograf yang dihasilkan, hal ini ditandai dengan adanya perbedaan kehitaman antara beberapa daerah pada radiograf (Bushong, 2001).

Arus tabung (mA) merupakan arus yang mengalir pada tabung penyinaran yang menentukan intensitas sinar-X sampai ke film. Menambah nilai arus tabung (mA) akan meningkatkan densitas rata-rata sehingga radiograf akan tampak lebih hitam. Selain itu, peningkatan arus tabung (mA) lebih dari setengahnya dengan waktu eksposi tetap akan menghasilkan

penambahan dosis yang diterima pasien menjadi dua kali (Bushong, 2001).

Waktu penyinaran (*second*) menentukan lamanya laju penyinaran. Perubahan nilai kuat arus tabung dan waktu penyinaran (mAs) akan menimbulkan pengaruh terhadap besarnya energi berkas sinar-X, total yang dihasilkan oleh tabung sinar-X selama eksposi. Nilai kuat arus tabung dan waktu penyinaran (mAs) atau eksposi akan berpengaruh terhadap kuantitas radiasi, densitas optik, dan dosis pasien (Bushong, 2001).

Focus Film Distances (FFD) menentukan intensitas sinar-X yang sampai ke film dan tidak berpengaruh terhadap kualitas radiasi. FFD mempengaruhi densitas optik pada radiograf. Semakin jauh FFD maka semakin sedikit intensitas sinar-X yang sampai ke film sehingga menghasilkan densitas yang rendah, dan sebaliknya (Bushong, 2001).

Pengaturan faktor eksposi ini dapat menentukan besar kecilnya dosis radiasi yang akan diterima oleh pasien. Salah satu cara untuk menurunkan dosis yang diterima oleh pasien yaitu dengan cara menaikkan tegangan tabung (kVp) dan diikuti dengan penurunan nilai kuat arus dan waktu penyinaran (mAs). Pemilihan tegangan tabung (kVp) tinggi dan tetap menjaga kualitas radiograf yang konsisten adalah salah satu cara yang tepat untuk mengurangi dosis. Untuk menghasilkan kualitas radiograf yang konstan, maka densitas dan kontras yang dihasilkan harus tetap konstan. Terdapat suatu aturan yang bertujuan untuk menghasilkan kualitas radiograf yang konstan dengan menambahkan nilai eksposi, yaitu aturan 10 kV. Aturan ini menyatakan bahwa untuk menghasilkan nilai densitas yang sama, maka perubahan tegangan tabung (kVp) harus diikuti oleh perubahan nilai kuat arus tabung dan waktu penyinaran (mAs). Setiap kenaikan tegangan tabung (kVp) sebesar 10 kV dan penurunan separuh nilai kuat arus tabung dan waktu penyinaran (mAs), maka akan menghasilkan densitas yang sama (Carlton dan Adler, 2001).

Ada beberapa literatur yang juga membahas tentang modifikasi faktor eksposi. Antara lain aturan 10 kV dan aturan 15 %. Aturan 10 kV adalah aturan yang menyatakan perubahan 10 kV dari kV semula disertai dengan penurunan atau penambahan mAs sebesar setengahnya dari mAs semula. Aturan ini bisa digunakan pada rentang tegangan tabung 50-80 kV (Rasad, 2005). Sedangkan aturan 15% adalah aturan yang menyatakan bahwa kenaikan kV sebesar 15% tegangan tabung dan disertai dengan penurunan setengah mAs maka akan menghasilkan densitas

yang konstan. Aturan ini lebih tepat digunakan pada rentang tegangan tabung 60-100 kV (Carlton dkk, 2001).

Kualitas radiograf yaitu kemampuan suatu radiograf dalam memberikan informasi yang optimal dari obyek yang diperiksa. Kualitas radiograf terdiri dari dua aspek, yaitu aspek fotografik dan aspek geometri. Aspek fotografi terdiri dari densitas dan kontras, sedangkan aspek geometris terdiri dari *recorded detail* dan distorsi. Dengan melakukan modifikasi faktor eksposi juga akan mempengaruhi timbulnya *noise* pada radiograf. Dimana *noise* merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas radiograf.

Di dalam dunia kedokteran pemeriksaan radiologi thorax salah satu pemeriksaan yang sangat penting karena dapat menafsirkan organ-organ penting didalamnya seperti paru-paru dan jantung. Pemeriksaan thorax berfungsi untuk mendeteksi berbagai kelainan dini sebelum timbul gejala-gejala klinis. Sehingga pemeriksaan thorax sering dilakukan secara rutin pada orang-orang yang tidak mempunyai keluhan apa-apa. Untuk membantu dalam menegakkan diagnosa, maka hasil radiograf harus memiliki kualitas radiograf yang optimal yang dapat memberikan informasi-informasi diagnostik yang dikehendaki sehingga dapat menegakkan diagnosa suatu penyakit.

Penerapan modifikasi faktor eksposi pada pemeriksaan thorax penting untuk dilakukan analisis lebih lanjut mengenai timbulnya *noise* pada modifikasi faktor eksposi aturan 10 kV. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui *noise* pada citra *computed radiography* (CR) dengan organ thorax yang dihasilkan pada modifikasi faktor eksposi aturan 10 kV dan apakah masih dalam toleransi.

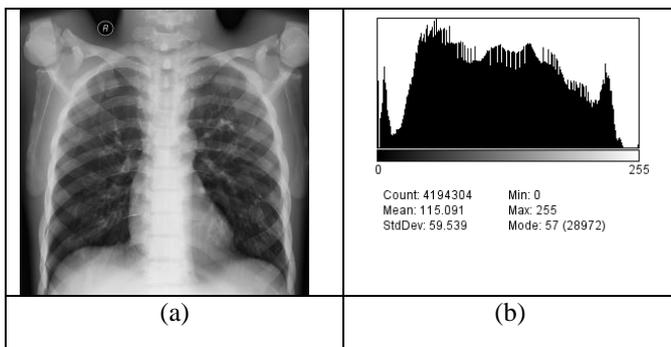
Metode

Jenis penelitian eksperimental. Alat yang digunakan adalah Pesawat sinar-X, Phantom *chest*, *Imaging Plate* dan *Computed Radiography*. Data diperoleh dengan eksposi dengan posisi pemeriksaan radiografi thoraks, dengan titik bidik setinggi vertebra thoracal 7 atau pertengahan kedua angulus inferior scapula. Kolimasi sebesar 35x35 cm. Eksposi dengan menggunakan tegangan tabung 60 kVp, dan kuat arus dan waktu penyinaran 10 mAs. Citra hasil ekspose. Setelah dilakukan eksposi *imaging plate* diproses pada *image reader*. Citra pada *display CR* disimpan dalam bentuk *soft copy* tanpa dilakukan manipulasi. Ulangi langkah tersebut untuk teknik eksposi kedua (70 kVp, 5 mAs) dan eksposi ketiga

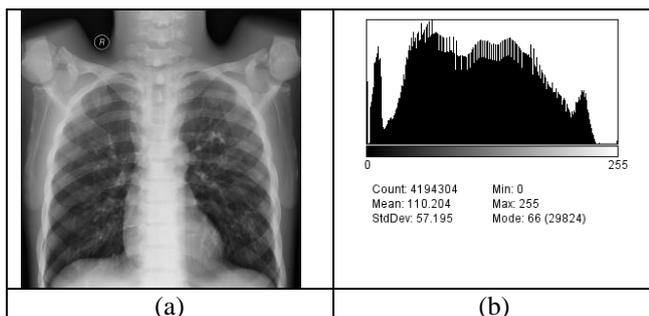
(50 kVp, 20 mAs) masing-masing dilakukan 30 eksoasi untuk setiap variasi faktor eksoasi tersebut. Selanjutnya dilakukan pengukuran nilai *noise* menggunakan CR dengan melakukan *Region of Interest* (ROI) pada area background dan pengukuran nilai *noise* subjektif dengan menggunakan kuisisioner pada responden. Setelah didapatkan hasil nilai kontras subjektif dan objektif pada setiap radiograf, kemudian data dilakukan pengolahan dan dianalisa. Penilaian responden meliputi (1) Area yang tereksoasi tanpa objek mempunyai tingkat kehitaman, (2) Tingkat kontras area objek yang tereksoasi, (3) Tingkat ketajaman area yang tereksoasi pada objek, (4) Tingkat kontras antara area jaringan dengan objek tulang, (5) *Noise* / artefak yang ditampilkan pada radiograf terlihat, (6) Tingkat kehitaman pada area paru, (7) Tingkat kontras gambaran jantung dibandingkan dengan paru, (8) Ketajaman pada gambaran tepi jantung, (9) Tingkat kontras pada costae terhadap area paru, (10) Tingkat ketajaman pada tepi costae.

Hasil Dan Pembahasan

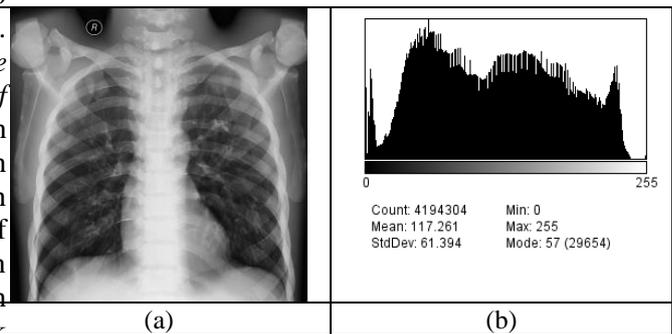
Pemotretan phantom thorax proyeksi PA faktor eksoasi standar sebesar 60 kV dan 10 mAs. Kemudian faktor eksoasi tersebut dimodifikasi menggunakan aturan 10 kV sehingga didapatkan faktor eksoasi dengan aturan 10 kV yaitu: 50 kV dan 20 mAs, 70 kV dan 5 mAs.



Gambar 1. Pembuatan Radiograf kV Normal 60 kV dan 10 mAs (a) Radiografi Thorak dan (b) Histogram



Gambar 2. Pembuatan Radiograf kV naik 70 kV dan 5 mAs (a) Radiografi Thorak dan (b) Histogram



Gambar 3. Pembuatan Radiograf kV Turun 50 kV dan 20 mAs (a) Radiografi Thorak dan (b) Histogram

Gambar 1 s.d 3 menunjukkan radiograf thorax dari phantom dengan proyeksi AP dan histogram yang memperlihatkan kualitas dari gambar tersebut. Dari radiograf thorax dapat dilihat kualitas radiograf yang dibuat dapat memperlihatkan tingkat kehitaman (*density*), perbedaan kehitaman diantara kedua area yang berdekatan (kontras) dan kemampuan memperlihatkan organ yang sangat kecil (*detail*) dan hal ini dilihat secara kualitatif berdasarkan subyektifitas seseorang. Pada histogram arah sumbu x adalah memuat nilai *grey scale* sebanyak 256 (dari 0 sampai 255) dan arah sumbu y adalah jumlah atau intensitas dari skala yang ada. Rentang kerataan histogram panjang serta *intensity* yang rata menunjukkan kontras radiograf yang baik.

Dari data diatas dapat diketahui histogram yang di tampilkan nilai *gray level* pada radiograf standard dengan aturan 10 kV tersebut mengalami kerataan yang sama, tidak mengalami kecondongan nilai *gray level* ke kiri ataupun ke kanan. Dengan kerataan grafik histogram pada nilai *gray level* tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan kontras radiograf standard dengan aturan 10 kV tidak mengalami perubahan yang signifikan yang dapat dikatakan bahwa kontras objektif pada radiograf dengan aturan 10 kV konstan atau homogen.

Hasil Pengukuran Noise

Tabel 1 menunjukkan hasil rata rata *noise* pada faktor eksoasi 60 kV sebesar 3,7 50 kV sebesar 4,0 dan 70 kV sebesar 4,1 serta EI pada faktor eksoasi 60 kV sebesar 1573,47 50 kV sebesar 1445,07 dan 70 kV sebesar 1607,8 dan Indeks deviasi pada faktor eksoasi 60 kV sebesar -0,53 50 kV sebesar -1,44 dan 70 kV sebesar -0,22

Hasil Penilaian Kuesioner Responden

Penelitian ini selain dilakukan pengukuran secara kuantitatif juga dilakukan secara kualitatif dengan responden 3 Radiolog yang mempunyai

karakteristik yang hampir sama. Dari ketiga responden kemudian dilakukan uji Cohen's Kappa. Hasil uji kappa responden 1 dan 2 sebesar 0,374, responden 2 dan 3 adalah -0,061 dan responden 2 dan 3 adalah -0,075. Dari hasil uji kappa ketiga responden memenuhi syarat uji kappa yg baik -1 sampai dengan 1 yang artinya ketiga responden mempunyai persepsi yang sama.

Kemudian dengan uji korelasi, didapatkan hasil statistik yang menunjukkan hubungan antara nilai eksposi yang diberikan dengan tingginya *noise* yang terkandung didalam hasil radiograf atau citra rontgen. Hasil pengujian menghasilkan data

sebagai berikut, dengan 50 kV 20mAs dan 60 kV 10 mAs tidak menunjukkan adanya hubungan, karena nilai signifikansinya adalah lebih dari 0,05 yaitu 0,263 dan 0,435. Sedangkan pada nilai eksposi 70 kV 5 mAs menunjukkan adanya hubungan yang kuat, karena nilai signifikansinya 0,00 (kurang dari 0,05), sebagaimana ditunjukkan pada table 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Noise* pada Radiograf

NO	Faktor Eksposi								
	60 kV 10 mAs			50 kV 20 mAs			70 kV 5 mAs		
	ROI BACKGROUND			ROI BACKGROUND			ROI BACKGROUND		
	Std	IE	ID	Std	IE	ID	Std	IE	ID
1	3,1	1571	-0,52	3,8	1491	-1,22	3,6	1610	-0,11
2	5,1	1578	-0,47	3,9	1465	-1,54	4,6	1591	-0,31
3	3,4	1559	-0,62	4,2	1453	-1,39	3,3	1624	-0,08
4	3,6	1569	-0,51	3,7	1443	-1,54	3,9	1602	-0,32
5	3,4	1560	-0,65	4,9	1456	-1,52	5	1620	-0,46
6	4,1	1556	-0,66	4,3	1446	-1,43	3,9	1598	-0,33
7	5,1	1556	-0,66	3,4	1459	-1,46	3,4	1617	-0,09
8	5,2	1558	-0,63	3,9	1446	-1,44	4,5	1605	-0,23
9	3,1	1550	-0,71	4,6	1458	-1,38	4,4	1617	-0,09
10	3,9	1572	-0,47	4,1	1447	1,48	4,6	1606	-0,22
11	5,3	1560	-0,61	4,5	1456	-1,46	5,2	1615	-0,12
12	3,9	1565	-0,56	4	1443	-1,53	2,8	1609	-0,2
13	4,3	1556	-0,62	4,5	1451	-1,51	4,1	1613	-0,13
14	3,1	1572	-0,47	4,6	1441	-1,51	4,7	1606	-0,22
15	3,7	1554	-0,67	3,8	1452	-1,54	3,4	1615	-0,13
16	2,5	1589	-0,45	3,6	1440	-1,59	4,4	1604	-0,24
17	3,3	1594	-0,42	5,6	1444	-1,47	4,1	1615	-0,13
18	4,2	1581	-0,5	3,5	1429	-1,65	3,3	1603	-0,26
19	3,2	1595	-0,36	3,6	1446	-1,61	4,5	1605	-0,24
20	5,3	1579	-0,52	4	1434	-1,63	3,6	1606	-0,23
21	3,0	1590	-0,42	4,9	1444	-1,62	3,8	1612	-0,16
22	5,0	1576	-0,53	3,6	1437	-1,63	3,8	1605	-0,23
NO	Faktor Eksposi								
	60 kV 10 mAs			50 kV 20 mAs			70 kV 5 mAs		
	ROI BACKGROUND			ROI BACKGROUND			ROI BACKGROUND		
	Std	IE	ID	Std	IE	ID	Std	IE	ID
23	2,4	1588	-0,44	4,1	1437	-1,53	2,8	1614	-0,15
24	4,6	1578	-0,53	3,7	1421	-1,73	4,1	1601	-0,28
25	3,6	1589	-0,43	3,8	1435	-1,63	4,8	1615	-0,13
26	3,3	1578	-0,53	3,8	1429	-1,63	5,4	1603	-0,26
27	3,2	1589	-0,44	2,9	1439	-1,54	3,8	1608	-0,2
28	2,7	1578	-0,54	4,2	1429	-1,68	5,4	1603	-0,25
29	2,4	1586	-0,47	4,4	1445	-1,63	3,3	1598	-0,32
30	2,7	1578	-0,54	3,3	1436	-1,59	4,3	1594	-0,35
Rata-rata	3,7	1573,47	-0,53	4,0	1445,07	-1,44	4,1	1607,8	-0,22

Tabel 2. Hasil uji statistik hubungan antara Faktor eksposi terhadap *Noise*

Signifikansi	<i>Noise</i> pada citra 50 kV	<i>Noise</i> pada citra 60 kV	<i>Noise</i> pada citra 70 kV
50kV, 20mAs	0,263		
60kV, 10mAs		0,435	
70kV, 5mAs			0,00

Pada modifikasi faktor eksposi dari hasil pengukuran dengan melakukan ROI di luar obyek yang difoto diperoleh nilai *noise* yang tidak jauh berbeda yaitu 3,7; 4,0 dan 4,1, Nilai *noise* pada aturan 10 kV lebih tinggi di banding faktor Eksposi Standar. *Noise* tertinggi di 70 kv sebesar 4,07, 50 kV sebesar 4,04 dan 60kV sebesar 3,7 perbedaan

tidak cukup signifikan perbedaan diantara faktor eksposi standar sebesar 0,2. Pengunaan modifikasi faktor eksposi memberikan *noise* yang besar karena pada kenaikan tegangan dan penambahan mAs akan meningkatkan *noise* dimana *noise* dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu kV, mAs, filtrasi, dan kolimator (Seibert, 2006). Menurut Meredith dan Massey (1997) menyatakan bahwa peningkatan tegangan tabung akan meningkatkan daya tembus sinar-X, sehingga sinar-X menimbulkan kehitaman pada film juga semakin banyak.

Nilai indek deviasi faktor eksposi 60 kV sebesar -0,53 50 kV sebesar -1,44 dan 70 kV sebesar -0,22. Dimana pada nilai -0,5 sampai 0,5 menunjukkan radiograf yang baik dan ditunjukkan pada kV yang naik 10 kV dan turun mAs setengahnya yaitu pada aturan 10 kV. Eksposeure Indek dari ketiga gambar antar faktor ekspsi standar dan aturan 10 kV pada faktor eksposi 60 kV sebesar 1573,47 50 kV sebesar 1445,07 dan 70 kV sebesar 1607,8 dimana nilai tersebut masih dalam rentang nilai yang direkomendasikan oleh Carestream yaitu 1300 sampai dengan 1800. Eksposeure Indek (EI) selain untuk menentukan *image quality* juga dapat untuk memperkirakan dosis yang diterima pasien yaitu dengan melihan EI yg kecil dosis lebih kecil. Eksposeure indek urutan dari paling *under expose* sampai besar di 50kV,60kV,70kV artinya eksposeure yg diberikan pda 50 kV paling rendah diantara yang lain berarti dosis lebih rendah ditunjukkan pada 50 kV yaitu penggunaan aturan 10kV yaitu turun 10 kV dan mAs dua kalinya. Dosis pasien ditentukan oleh faktor teknis sinar X (kV, mAs, grid, SID, filtrasi, kolimasi berkas), penetrasi dan kualitas berkas sinar-X, sejumlah energi yang sampai ke organ tubuh, dan ukuran atau luas obyek yang terkena radiasi.

Berdasarkan uji statistik pengaruh kV terhadap *noise* diperoleh hasil pada 50 Kv dan 20 mAs, 60 kV dan 10 mAs, tidak ada hubungan antara perubahan nilai eksposi dan timbulnya *noise* (nilai signifikansi 0,263 dan 0,435). Sedangkan pada 70 kV dan 10 mAs memberikan nilai signifikansi sebesar ,000 yang berarti hubungan kV terhadap *noise* kuat karena nilai signifikan dibawah 0,05.

Simpulan

Dari penelitian ini didapatkan simpulan pengaruh faktor eksposi dengan aturan 10 kV (70 kV dan 50 kV) terhadap *noise* lebih tinggi bila dibandingkan faktor eksposi standar namun

perbedaan tidak terlalu jauh yaitu sebesar 0,2. Eksposeure Indeks tertinggi pada 70 kV dan terendah pada 50 kV dimana pada 50 kV dosis lebih rendah. Indeks deviasi yang baik pada 70 kV hal ini menunjukkan radiograf terbaik pada aturan kenaikan kV 10. Hasil uji statistik hubungan kV terhadap *Noise* diperoleh hasil pada 50 Kv dan 20 mAs, 60 kV dan 10 mAs memberikan nilai signifikansi sebesar 0,263 dan 0,435, sedangkan pada 70 kV dan 10 mAs dengan Sig. (1-tailed) sebesar ,000 yang berarti hubungan antara kV terhadap *noise* kuat karena nilai sig dibawah 0,05.

Daftar Pustaka

- Arymurthy, A DKK, *Pengantar Pengolahan Citra*, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta 1992
- Ballinger, Philip W, *Merril of Atlas Radiographic Positioning and Radiologic Procedure, Eight Edition Vol. III*. Missouri, Mosby, Inc., 2003
- Bushong, SC, *Radiologic Science For Technologist Physic, Biology and Protection*, Seventh Edition, The CV Mosby Company, Washington DC, 2001
- Carlton, Richard R. and Adler M. Arlene, *Principle Radiographic Imaging An Art And Science*, JRD Edition, Mosby Company, Toronto, 2001
- Mervyn D. Cohen, Matt L. Cooper, Kelly Piersal, Bruce K. Apgar, *Quality assurance : using the exposure index and the deviation index to monitor radiation exposure for postable chest radiographs in neonates*, Pediatric Radiology DOI 10.1007/s00247-010-1951-9. © Springer-Verlag, 2010
- J.A. Seibert, Richard L. Morin, *The standardized exposure index for digital radiography : an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population. Pediatric Radiology* 41:573-581. © Springerlink.com, 2011
- Papp, Jeffrey, *Quality Management In The Imaging Science*, Third Edition. Mosby Inc, United States Of America, 2006
- Pujiati, *Pengaruh Kenaikan kV aturan 15% Terhadap Kualitas Radiograf dan Paparan Radiasi*, DIII Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Semarang: Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang, 2006
- Rasad, S Dkk, *Radiologi Diagnostik*, Gaya Baru: Jakarta, 2005

Seibert, dkk, *Acceptance Testing And Quality Control Of Photostimulable Storage Phospor Imaging System*, www.aapm.org. Diakses pada tanggal 2 Februari 2016, 2006

Utomo, *Pengaruh Modifikasi Faktor Eksposi dengan Metode Aturan 10 kV Terhadap*

Kualitas Radiograf (Densitas dan Kontras) Pada Radiograf Ankle Joint, DIII Teknik Radiagnostik Dan Radioterapi Semarang: Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Semarang, 2006