



PERBEDAAN INDIKATOR NILAI DOSIS RADIASI (CTDI_w) DAN *IMAGE NOISE* PADA TEKNIK *SEKUENS* DAN *SPIRAL* PADA *COMPUTED TOMOGRAPHY FACE BONE* (STUDI PADA MODALITAS CT SCAN MERK SIEMENS 6 SLICE)

Yeti Kartikasari¹, Sri Mulyati¹, Bachtiar Arif Nugroho²

¹Poltekkes Kemenkes Semarang

²Mahasiswa Prodi D-IV Teknik Radiologi

e-mail: yeti.kartikasari@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan parameter faktor eksposi yaitu arus tabung dan waktu (mAs) pada CT scan untuk pengukuran nilai dosis radiasi (CTDI_w) dan noise citra pada penggunaan dua teknik pemindaian yaitu teknik sekuens dan spiral. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tingkat dosis radiasi (CTDI_w) dan noise citra pada dua teknik pemindaian yaitu sekuens dan spiral dengan variasi mAs pada CT Scan Siemens 6 slice. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Dengan variabel bebas variasi mAs (250, 260, 270, 280 dan 290) sedangkan variabel terikatnya adalah dosis radiasi (CTDI_w) dan noise citra. Selanjutnya untuk membandingkan dosis radiasi dan noise citra pada teknik sekuens dan spiral dilakukan uji paired T-Test untuk mengambil kesimpulan dengan tingkat kepercayaan 95% (ρ value <0,05). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik CTDI_w rata-rata untuk teknik sekuens adalah 60,2300 mGy lebih kecil dari pada nilai teknik spiral yaitu 60,9840 mGy, sedangkan noise citra rata-rata untuk teknik sekuens 320,920 lebih besar daripada teknik spiral pada 258,59. Analisis statistik dengan menggunakan uji Paired T-Test menunjukkan nilai perbedaan yang signifikan, ρ value = 0,012 (ρ value <0,05). Artinya ada perbedaan nilai dosis pada teknik sekuens dan teknik spiral, sedangkan uji Wilcoxon pada saat menunjukkan noise citra dinilai memiliki nilai sebesar ρ value = 0,000 (ρ value <0,05) yang memiliki makna ada perbedaan noise citra antara teknik sekuens dan teknik spiral.

Kata kunci: Kuat Arus Tabung dan waktu (mAs), Dosis Radiasi (CTDI_w), Noise, Teknik Sekuens, Teknik Spiral

ABSTRACT

This Research use parameter of exposure factor are tube current and time (mAs) of CT scan for measuring dose radiation (CTDI_w) and image noise with sequence and spiral techniques. The purpose of this research is to know difference of radiation dose (CTDI_w) and image noise with sequence and spiral techniques of variation mAs at CT Scan Siemens 6 slice. This research was an experimental study. A five various use of mAs (from 250 mAs up to 290 mAs) and then effect of radiation doses (CTDI_w) and image noise due to the techniques being implemented were compared and measured with tested to use paired T-Test to take a conclusion with trust storey level 95 % (ρ value <0,05). The results shown that the mean CTDI_w for sequence technique is at 60,2300 mGy smaller than that of the value for spiral technique at 60,9840 mGy, while mean image noise for sequence technique is 320,920 greater than the spiral technique at 258,59. Statistical analysis by using test of Paired T-Test show value of significantly with ρ value equal to 0,012 (ρ value < 0,05). That having meaning that there is difference of dose value at sequence and spiral techniques, while test of Wilcoxon at show image noise assess significantly with ρ value equal to 0,000 (ρ value < 0,05). It means there are difference of noise image between of sequence and spiral techniques.

Keywords: *The tube current time (mAs), Radiation Dose (CTDI_w), Noise, Sequence technique, Spiral technique*

I. PENDAHULUAN

Multi Slice Computed Tomography (MSCT) adalah salah satu alat pemeriksaan Radiologi diagnostik yang memanfaatkan komputer untuk melakukan rekonstruksi data yang diperoleh dari sejumlah baris detektor yang menerima berkas sinar-X yang mengalami penyerapan sejumlah energi (*atenuasi*) dari obyek atau organ yang dilewatinya. *MSCT* merupakan teknologi alat diagnostik yang berkembang dengan sangat cepat dan dimanfaatkan dalam mendiagnosa adanya gangguan struktur morfologi organ tubuh. Metode pemeriksaan yang non invasive, dengan waktu scan kurang dari 10 detik, area scan yang semakin luas,

detail anatomi yang semakin jelas, dan mampu mendeteksi kelainan semakin akurat dengan irisan yang semakin tipis kurang dari 1mm (Bontrager, 2001).

Menurut *Siemens*, pesawat *MSCT* dapat digunakan 2 teknik yaitu teknik *sekuens* dan teknik *spiral*, keduanya memiliki perbedaan hanya pada jumlah pengambilan gambar saja pada saat scanning. Untuk pemilihan mAs pada pesawat *MSCT* pada *siemens* tidak ada perbedaan antara teknik *sekuens* dengan teknik *spiral*. Pemilihan mAs yang tinggi digunakan untuk menghasilkan gambaran dengan detail

yang baik dan juga noise yang dihasilkan kecil akan tetapi dosis yang dihasilkan akan tinggi.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk pengukuran dosis radiasi pada CT-Scan seperti : metode *Pencil Ionization Chamber* atau dengan *Thermoluminisence Dosimetri (TLD)*, metode *CT Dose Index (CTDI)* dan *Multi Scan Average Dose (MSAD)* (Seeram, 2001).

Penggunaan parameter mAs pada *scanning* disamping dapat mempengaruhi dosis radiasi yang diterima oleh pasien, secara langsung juga dapat mempengaruhi *image noise* dan kontras resolusi pada sebuah citra. Karenanya sangat diperlukan pengetahuan untuk mengatur variasi parameter *scanning* untuk mengurangi keluaran dosis radiasi terhadap pasien, akan tetapi mampu menghasilkan kualitas citra yang optimal.

Pengalaman peneliti selama praktek di Rumah Sakit Prof Dr Margono Soekardjo, radiografer terkadang menggunakan teknik *sekuens* dan terkadang menggunakan teknik *spiral* dalam pemeriksaan kepala. Alasan radiografer menggunakan teknik *sekuens* dan *spiral* sebenarnya sama-sama menghasilkan gambaran yang tajam, akan tetapi dari jumlah banyaknya pengambilan gambar pada saat *scanning* lebih baik dengan menggunakan teknik *spiral*. Untuk keawetan tabung lebih baik menggunakan teknik *sekuens* karena berkas sinar yang dihasilkan lebih kecil.

Di RSUD Margono Soekardjo terdapat banyak permintaan pemeriksaan *CT-Scan* untuk tulang wajah, sehingga peneliti mengambil tulang wajah sebagai objek pada penelitian ini, selain tulang wajah adalah obyek yang homogen, hasil dari pengukuran dosis dan *image noise* pada penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi nilai dosis dan *image noise* pada teknik *scanning sekuens* dan *spiral*, sehingga radiografer dapat memilih protokol *scanning* yang tepat untuk pemeriksaan tulang wajah.

Berdasarkan alasan tersebut diatas, penelitian tentang dosis radiasi yang mengkaji tentang perbedaan dosis radiasi dan *image noise* pada variasi arus tabung (mAs) teknik *sequence* dan *spiral computed tomography* diharapkan dapat membantu mengetahui tingkat dosis radiasi yang akan juga berpengaruh pada efek biologi dan juga *image noise* yang dihasilkan, melalui penelitian yang berjudul **“Perbedaan Indikator Nilai Dosis Radiasi (CTDI_w) dan *image noise* pada Teknik *sekuens* dan *spiral* pada *computed tomography face bone* (Studi pada Modalitas CT scan Merk Siemens 6 Slice)**.

II. METODE / METODOLOGI / LANDASAN TEORI / POKOK BAHASAN

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Hasil pengujian yang telah diolah selanjutnya dianalisa dengan menggunakan program *SPSS 16*. Tahap pertama dilakukan uji normalitas data. Apabila data normal maka data di uji dengan uji *paired T-Test*, tetapi apabila data tidak normal, maka data di uji dengan *Wilcoxon*. Keputusan

terhadap hasil penelitian adalah H_0 ditolak apabila nilai $p \text{ value} < 0,05$ pada tingkat kepercayaan 95%

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Menggunakan phantom kepala dengan 5 variasi mAs 250, 260, 270, 280, 290 mAs. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *scanning sekuens* dan *spiral*. Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai dosis radiasi hasil pengukuran nilai $CTDI_w$ (*CT dose index weighted*) dan *Image Noise*. Variabel terkontrol yang digunakan adalah *Phantom Kepala*, tegangan tabung sinar - X (kV), *pitch*, *field of view (FOV)*, *slice thickness*, dan Pesawat CT Scan. Hasil nilai $CTDI_w$ dapat dilihat di display monitor. *Image noise* diukur dengan menggunakan ROI pada obyek yang telah ditentukan pada daerah tulang wajah atau face bone yaitu pada daerah nasal, frontal, zygomaticum kanan, zygomaticum kiri, maksila kanan dan maksila kiri, yang dilakukan pada pesawat CT Scan Siemens 6 slice di Instalasi radiologi Rumah Sakit Prof Dr Margono Soekardjo. Hasil kemudian dilakukan uji normalitas data, Selanjutnya jika data berdistribusi normal dilakukan pair t test dan jika tidak normal dilakukan Uji *Wilcoxon*. H_0 ditolak jika $p \text{ value} < 0,05$ (tingkat kepercayaan 95 %)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Tabel Hasil pengukuran $CTDI_w$ pada variasi mAs pada teknik *sequence* dan *spiral*

NO	NILAI mAs	TEKNIK SCANNING	
		Nilai $CTDI_w$ (SEQUENCE)	Nilai $CTDI_w$ (SPIRAL)
1	250	55,61 mGy	55,75 mGy
2	260	57,94 mGy	58,87 mGy
3	270	60,23 mGy	61,41 mGy
4	280	62,50 mGy	63,32 mGy
5	290	64,87 mGy	65,57 mGy

Tabel 1 di atas memperlihatkan perbedaan nilai dosis radiasi pada teknik *Sekuens* dan teknik *Spiral*. Kenaikan nilai mAs Pada teknik *Sekuens* dan *Spiral* sama-sama mengakibatkan kenaikan nilai dosis radiasi. Dosis radiasi yang menghasilkan dosis paling tinggi adalah pada teknik *spiral*. Dari 5 variasi mAs, nilai dosis yang paling tinggi adalah pada teknik *spiral* yaitu sebesar 65,57 mGy pada variasi 290 mAs dan nilai dosis paling rendah adalah pada teknik *Sekuens* sebesar 55,61 mGy pada variasi 250 mAs.

Setelah Hasil dari nilai dosis diperoleh, kemudian hasil data diuji dengan menggunakan *SPSS 16,0* untuk mengetahui perbedaan nilai dosis antara teknik *Sekuens* dan *spiral*. Langkah pertama yang dilakukan adalah menguji data dengan uji normalitas data terlebih dahulu.

Tabel 2. Tabel Hasil uji statistik normalitas data dengan Kolmogorof Smirnov

No	Variabel	ρ value	Makna
1	Dosis Teknik <i>Sequence</i>	0,200	Distribusi normal
2	Dosis Teknik <i>Spiral</i>	0,200	Distribusi normal

Uji Normalitas data pada penelitian dikatakan normal jika nilai ρ value $> 0,05$, dari hasil uji normalitas data diatas bahwa variabel dosis radiasi pada teknik *Sekuens* dan spiral menghasilkan ρ value 0,200. Hal ini berarti nilai variabel teknik *Sekuens* dan teknik *spiral* berdistribusi normal.

Setelah data pada variabel dosis radiasi teknik *Sekuens* dan *spiral* dikatakan normal, langkah selanjutnya menguji kedua data tersebut dengan uji *Paired T-Test* untuk mengetahui perbedaan antara nilai dosis radiasi pada teknik *Sekuens* dan teknik *spiral*.

Tabel 3. Tabel Hasil uji statistik Paired T-Test pada teknik *Sekuens e* dan *spiral*

No	Variabel	ρ value	Makna
1	Pair 1 dosis radiasi Teknik <i>Sekuens</i> -Teknik <i>Spiral</i>	0,012	H_0 ditolak dan H_a Diterima.

Uji Statistik pada penelitian, apabila hasil H_0 ditolak dan H_a diterima jika nilai ρ value $< 0,05$, sedangkan pada hasil uji statistik di atas dengan menggunakan uji *Paired T-test* didapatkan hasil ρ value 0,012, hal ini berarti bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, yang berarti bahwa ada perbedaan nilai dosis radiasi antara teknik *Sekuens* dan teknik *spiral*.

Hasil pengukuran *image noise* dengan metode *Region of Interst* (ROI) pada masing-masing *Objek* yang telah ditentukan pada daerah tulang wajah atau *Face Bone* yang dilakukan pada pesawat *Siemens 6 Slice* di Instalasi Radiologi RSUD Prof DR Margono Soekarjo Purwokerto secara rinci adalah sebagai berikut :

**Gambar 1.** Pengukuran *noise* dengan ROI pada daerah tulang zigomatikum dan nasal**Gambar 2.** Pengukuran *noise* dengan ROI pada daerah tulang maxilla kanan dan kiri**Gambar 3.** Pengukuran *noise* dengan ROI pada daerah tulang Frontal**Tabel 4.** Tabel Nilai *image noise* pada variasi mAs (Teknik *Sekuens*)

	mAs	Nilai Image Noise Pada Teknik <i>Sequence</i>					
		a	b	c	d	e	f
1	250	173,0	74,9	464,2	470,1	387,9	393,3
2	260	172,7	71,0	464,2	467,7	376,5	390,4
3	270	171,7	69,5	462,5	467,7	365,4	390,0
4	280	171,0	69,4	459,9	463,3	353,7	389,5
5	290	168,6	67,6	456,4	459,8	348,0	388,3

Keterangan :

a : nasal; b:frontal; c:zigomatikum kanan; d: zigomatikum kiri; e : Maxilla kanan; f: Maxilla kiri

Tabel 5. Tabel Nilai *image noise* pada variasi mAs (Teknik *Spiral*)

No	mAs	Nilai Image Noise Pada Teknik <i>Spiral</i>					
		a	b	c	d	e	f
1	250	172,8	38,3	374,0	397,6	336,8	354,2
2	260	168,5	37,5	371,7	388,4	315,4	331,7
3	270	167,5	35,7	368,4	371,3	289,9	311,0
4	280	162,8	32,0	363,1	355,2	282,3	289,8
5	290	158,4	29,7	360,9	345,8	275,6	271,3

Keterangan :

a : nasal; b:frontal; c:zigomatikum kanan; d: zigomatikum kiri; e : Maxilla kanan; f: Maxilla kiri

Dari grafik di atas menunjukkan nilai *image noise* di daerah Tulang Frontal, Nasal, Zigomatikum Kanan, Zigomatikum Kiri, Maxilla Kanan, dan Maxilla Kiri mengalami penurunan apabila nilai mAs dinaikan, hal ini terjadi di teknik scanning *Sekuens* maupun *Spiral*. Grafik di atas juga menunjukkan nilai *image noise* paling tinggi adalah pada teknik *Sekuens* pada semua objek yang diukur nilai *image noisenya*.

Setelah Hasil dari *Image Noise* diperoleh, kemudian hasil data diuji dengan menggunakan SPSS 16,0 untuk mengetahui perbedaan nilai dosis antara teknik *sekuens* dan *spiral*. Langkah pertama yang dilakukan adalah menguji data dengan uji normalitas data terlebih dahulu.

Tabel 6. Tabel Hasil uji statistik normalitas data dengan Kolmogorof Smirnov

No	Variabel	ρ value	Makna
1	<i>Image Noise</i> Teknik <i>Sequence</i>	0,000	Distribusi tidak normal
2	<i>Image noise</i> Teknik <i>Spiral</i>	0,002	Distribusi tidak normal

Normalitas data pada penelitian dikatakan normal jika nilai ρ value $> 0,05$, dari hasil uji normalitas data diatas bahwa variabel *image noise* pada teknik *Sekuens* menghasilkan ρ value 0,000, hal ini berarti nilai variabel *image noise* pada teknik *Sekuens* berdistribusi tidak normal, sedangkan pada variabel teknik *spiral* menghasilkan nilai ρ value 0,002, yang berarti bahwa data pada variabel teknik *spiral* berdistribusi tidak normal.

Setelah data pada variabel *image noise* teknik *Sekuens* dan *spiral* dikatakan tidak normal, langkah selanjutnya menguji kedua data tersebut dengan uji *Wilcoxon* untuk mengetahui perbedaan nilai *image noise* pada teknik *Sekuens* dan teknik *spiral*.

Tabel 7. Tabel Hasil uji statistik Wilcoxon pada teknik *sequence* dan *spiral*

No	Variabel	P value	Makna
1	Pair 1 <i>Image noise</i> Teknik <i>Sekuens</i> - Teknik <i>Spiral</i>	0,000	H_0 ditolak dan H_a Diterima.

Uji Statistik pada penelitian, apabila hasil H_0 ditolak dan H_a diterima jika nilai ρ value harus $< 0,05$, sedangkan pada hasil uji statistik di atas dengan menggunakan uji *Wilcoxon* didapatkan hasil ρ value 0,000, hal ini berarti bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, yang berarti bahwa ada perbedaan *image noise* antara teknik *Sekuens* dan teknik *spiral*.

Pembahasan

Hasil analisa dari variasi mAs terhadap perubahan nilai dosis radiasi pada teknik *Sekuens* dan *spiral* menunjukkan bahwa pada penggunaan mAs yang semakin besar, maka semakin besar pula nilai dosis radiasinya. Peningkatan nilai dosis radiasi dapat terlihat pada variasi mAs dari 250 hingga 290 pada teknik *Sekuens* dan teknik *spiral*, nilai dosis yang ditunjukkan mengalami peningkatan apabila nilai mAs diperbesar.

Menurut Kalender (2000), terdapat hubungan antara dosis radiasi, arus tabung (mA) dan waktu scanning (s). Dosis radiasi memiliki persamaan linier terhadap nilai arus tabung dan waktu scanning (mAs). Penurunan nilai mAs menyebabkan penurunan terhadap nilai dosis radiasi akan tetapi *image noise* yang dihasilkan akan meningkat 2% dengan parameter yang lain konstan.

Hasil analisa juga menunjukkan bahwa nilai dosis radiasi pada teknik *spiral* lebih besar dari nilai *sekuens*, hal ini ditunjukkan dari nilai *mean* pada masing-masing teknik *scanning*, yaitu pada teknik *sekuens* didapatkan nilai *mean* adalah 60,2300 dan nilai *mean* pada teknik *spiral* adalah 60,9840. Pada penelitian di atas juga diketahui bahwa setiap kenaikan 10 mAs pada teknik *sekuens* menghasilkan 4 % kenaikan nilai dosis radiasi, sedangkan pada teknik *spiral* mengalami kenaikan nilai dosis sekitar 5 %. Perbedaan kenaikan nilai dosis di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara teknik *sekuens* dan teknik *spiral*.

Hasil uji statistik menggunakan uji *Paired T-test* dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa nilai dosis pada teknik *Sekuens* dan *spiral* terdapat perbedaan antara satu d *Sekuens* engan yang lain. Hal ini ditunjukkan dengan nilai ρ value adalah 0,012, yang berarti bahwa terdapat perbedaan nilai dosis radiasi antara teknik *Sekuens* dan teknik *spiral*.

Berdasarkan hasil analisa tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai *image noise* yang diperoleh dari hasil pengukuran standar deviasi menggunakan ROI, cenderung mengalami penurunan terhadap variasi mAs pada teknik *Sekuens* maupun teknik *spiral*. Nilai *image noise* yang dihasilkan oleh teknik *Sekuens* maupun teknik *spiral* mengalami penurunan apabila nilai mAs dinaikan, hal ini sesuai dengan teori *Bushberg* (2003) yang mengatakan bahwa nilai *image noise* akan turun apabila nilai mAs dinaikan, dan *noise* akan naik apabila nilai mAs diturunkan. Nilai *image noise* yang dihasilkan oleh teknik *Sekuens* lebih besar dibandingkan dengan teknik *spiral*, hal ini dilihat dari nilai *mean* pada teknik *Sekuens* adalah 320,920, sedangkan nilai *mean* pada teknik *spiral* adalah 258,587.

Hasil uji statistik dengan uji *wilcoxon* menghasilkan *value* adalah 0,000 ($< 0,05$), yang berarti bahwa terdapat perbedaan *image noise* antara teknik *Sekuens* dengan teknik *spiral*. Perbedaan nilai *image noise* yang dihasilkan berbeda pada tiap objek, selain itu nilai *image noise* pada tiap teknik *scanning* juga berbeda. Hasil uji di atas juga membuktikan selain terdapat perbedaan *image noise* antara teknik *Sekuens* dan *spiral*, juga membuktikan bahwa nilai *image noise* yang kecil adalah pada teknik *spiral*.

IV. KESIMPULAN

1. Ada perbedaan nilai dosis radiasi (CTDI_w) pada variasi mAs teknik *sekuens* dan *spiral computed tomography*, didukung dengan analisa hasil uji statistik dari pengolahan data menggunakan *SPSS 16.0 for Windows* menggunakan uji *paired T-Test* dibuktikan dengan nilai signifikan sebesar 0,012 (ρ value $< 0,05$) menggunakan tingkat kepercayaan 95 %. Semakin tinggi nilai mAs yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai dosis radiasi (CTDI_w) yang dihasilkan. Nilai CTDI_w teknik *sekuens* lebih besar dibandingkan dengan teknik *spiral*, Hal ini dapat diketahui dari nilai rata-rata atau *mean* CTDI_w yang dihasilkan dari kedua teknik tersebut. Pada penggunaan teknik *sekuens* menghasilkan nilai *mean* dosis radiasi sebesar 60,2300 sedangkan teknik *spiral* menghasilkan nilai *mean* dosis radiasi sebesar 60,9840.
2. Pada penelitian tentang perbedaan variasi mAs terhadap *image noise* pada teknik *Sekuens* dan *spiral* memiliki kesimpulan bahwa Ada perbedaan *image noise* pada variasi mAs teknik *sekuens* dan *spiral computed tomography*, didukung dengan analisa hasil uji statistik dari pengolahan data menggunakan *SPSS 16.0 for Windows* menggunakan uji *Wilcoxon* dibuktikan dengan nilai signifikan sebesar 0,000 (ρ value $< 0,05$) menggunakan tingkat kepercayaan 95 %. Semakin tinggi nilai mAs yang digunakan maka

nilai *image noise* yang dihasilkan akan menurun. Nilai *image noise* teknik *Sekuens* lebih besar dibandingkan dengan teknik *spiral*, Hal ini dapat diketahui dari nilai rata-rata atau *mean image noise* yang dihasilkan dari kedua teknik tersebut. Pada penggunaan teknik *Sekuens* menghasilkan nilai *mean image noise* sebesar 320,920 sedangkan teknik *spiral* menghasilkan nilai *mean image noise* sebesar 258,597.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amarudin, 2007., *Image Quality CT Scan*, <http://www.amarudinmultiply.com> akses Juli 2012
- [2] Applegate, J, MS, 1991. Sectional anatomy learning system, W.B. Saunders Company, London.
- [3] Astuti, Retno, 2007. Pengaruh Peningkatan Nilai mAs Terhadap Image Noise Pada Pemeriksaan CT Scan Kepala.
- [4] Bajpai, R. N., 1991, *Osteologi Tubuh Manusia*, Bina Rupa Aksara, Jakarta.
- [5] Ballinger, Philip, W. 1999. *Merill's Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures*, - 9 Th ed. Mosby. St, Louis, Missouri.
- [6] Blanck, Cheryl. A. 1998. *Understanding Helical Scanning* – 1st ed. Willians & Wilkins. USA.
- [7] Bontrager, Kenneth L. 2001. *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Fifth Edition. Mosby. United State of America.
- [8] Bushberg. J. T., 2003 *The Essential Physics of Medical Imaging*. Second Edition. Philadelphia. USA
- [9] Bushong, S C. 2001. *Radiologic Science For Technologist Physic, Biology and Protection*. Sixth Edition. The CV Mosby Company. Washington DC.
- [10] Carlton, Richard R. 2001. *Principles of Radiographic Imaging : an Art and a Science*. Third Edition. Delmar. United States of America.
- [11] Exposure Factors. <http://www.e-radiography.net/radtech/e/exposurefactors.htm>. Diakses pada tanggal 21 Maret 2012.
- [12] Goldman LW , 2007. *Principles of CT: Radiation Dose and Image Quality* Journal of Nuclear Medicine Technology Volume 35 Number 4, 2007 213-225, Society of Nuclear Medicine.
- [13] Kalender, Willi. A. 2000. *Computed Tomography, Fundamental, System Technology, Image Quality, Applications*. Publicis MCD Verlag. Germany.
- [14] Knollmann, Friedrich. MD. 2006. *Multislice CT : Principle and Protocol First Edition*. Saunders Elsevier. Philadelphia
- [15] Lestari, Budi. P. 2009. Pengaruh Variasi mA dan *Slice Thickness* terhadap nilai radiasi pada teknik Scanning “ *Aksial Slice By Slice* ”.
- [16] McNitt-Gray MF. 2002. AAPM/RSNA *Physics Tutorial for Residents – Topics in CT: Radiation Dose in CT*. Radiographics.
- [17] Medical, Siemens, 2006. *Computed Tomography History and Technology*. German.
- [18] Nagel.H.D.,PhD.,2004. *Multislice CT Technology*. www.multislice-ct.com., Diakses pada tanggal 24 Maret 2012.
- [19] Nesseseth, Roland, MS., RT, (R) (CT) (MR)., RDMS, 2000. *Prosedure documentation for CT and MRI*, Medical publishing division, Kansas.
- [20] Pearce, E. C., 2004, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Garamedia Pustaka Utama Jakarta.
- [21] Program Studi Diploma IV Teknik Radiologi Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Depkes Semarang. 2012. *Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Semarang.
- [22] Rohen, Johannes, W, Adji Dharma, med, Drs, 1990. *Anatomi manusia, atlas fotografik*, edisi 2, EGC, Jakarta.
- [23] Seeram, Euclid. 2001. *Computed Tomography : Physical Principles Clinical Applications and Quality Control Second Edition*. W.B. Saunders Company. United Stated of America.
- [24] Siemens, 1998. *Spiral CT for SOMATOM Basic concepts of spiral scanning*. German.
- [25] Siemens, 2000. *Siemens Medical Solutions*. German.
- [26] Sofwanawati, Anna. 2010. Pengaruh Penggunaan *Slice Thickness* Terhadap *Noise* dan Dosis Radiasi