

**ANALISIS PERUBAHAN KV DAN MAS TERHADAP KUALITAS GAMBAR
DAN DOSIS RADIASI PADA PEMERIKSAAN *MULTISLICE COMPUTED
TOMOGRAPHY* ABDOMEN DALAM KASUS TUMOR ABDOMEN
DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD DR. SAIFUL ANWAR MALANG**

**ANALISIS OF KV AND MAS CHANGE TO IMAGE QUALITY AND RADIATION DOSE
ON MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY EXAMINATION OF ABDOMINAL
TUMOR IN RADIOLOGY INSTALLATION OF DR. SAIFUL ANWAR MALANG
HOSPITAL**

Ardi Soesilo Wibowo¹⁾, Gatot Murti Wibowo²⁾, Anang Prabowo³⁾
^{1,2)} Health Polytechnics of Semarang-Indonesia
³⁾ Dr. Saiful Anwar Malang Hospital
 e-mail: ardi@tr@gmail.com

ABSTRACT

Background: Examination of the abdomen CT scan is often done by using standard protocol, meanwhile the actual parameter can be modified according to local needs considering image quality and radiation dose based on Karabulut and Ariyuek (2016). Abdomen CT Scan by GE 16 slices unit in Radiology Installation of Dr. Saiful Anwar Malang Hospital, using exposure factor of 120 kV, 234 mAs and the value of the CTDI dose was 53.04 mGy. While the BAPETEN's reference of CTDI value, a CT scan of abdomen was 25 mGy. This study aims to determine the changes of the value of kV and mAs to the image quality and the radiation dose in the abdomen MSCT examination on abdominal tumor case in Radiology Installation of Dr. Saiful Anwar Malang Hospital.

Methods: This research was a quantitative research with an experimental approach. The data were collected from three variations of tube voltage (kV) ie 100 kV, 120 kV and 140 kV and three variations of tube current value and time (mAs) ie, 180 mAs, 195 mAs, and 210 mAs. Radiographs was evaluated by three radiology physicians. Data were analyzed by scoring method of respondent's assessment to assess MSCT image quality of abdominal tumor, while the radiation dose was obtained by CTDI recording.

Results: The results showed that there was influence of tube voltage variation to image quality of abdominal tumor using MSCT unit. The higher kV used, the higher image quality resulted. From the calculation of the percentage from the assessment, the highest score of variation was at 140 kV, while the lowest score of variation was at 100 kV. Based on the recording CTDI radiation dose on the monitor, found that the higher value of kV, the higher radiation resulted. The mAs variations influenced the image quality of abdominal tumor using MSCT unit. According to the percentage of the assessment, the highest score of variation found in 210 mAs, and the lowest score of variation found in 180 mAs. Based on the recording of radiation dose on the monitor, the higher mAs value, the higher radiation dose using MSCT unit. It was recommended to use 195 kV and 120 mAs for MSCT examination of abdominal tumor in Radiology Installation of Dr. Saiful Anwar Malang Hospital.

Conclusion: There was influence of kV and mAs variation to anatomical image clarity and radiation dose of abdomen MSCT examination.

Keywords : tube potential (kV), current tube and time (mAs), radiation dose, image quality, abdomen MSCT examination

PENDAHULUAN

Abdomen ialah rongga terbesar dalam tubuh bentuknya lonjong dan meluas dari atas diafragma sampai pelvis di bawah. Isi abdomen sebagian besar dari saluran pencernaan yaitu lambung, usus halus, dan usus besar. Tumor merupakan kumpulan sel abnormal yang terbentuk oleh sel-sel yang tumbuh terus menerus, tidak terbatas, tidak terkoordinasi dengan jaringan di sekitarnya serta tidak berguna bagi tubuh. Tumor Abdomen merupakan massa yang padat dengan ketebalan yang berbeda-beda, yang di sebabkan oleh sel tubuh yang mengalami transformasi dan tumbuh secara otonom lepas dari kendali pertumbuhan sel normal, sehingga sel tersebut berbeda dengan sel normal dalam bentuk dan strukturnya. Gambar hasil rekonstruksi *CT scan* Abdomen terdiri dari potongan *axial*, *coronal* dan *sagital*. Potongan *axial* dapat memperlihatkan lebih banyak bagian-bagian

Abdomen. Sedangkan untuk memperlihatkan gambar Abdomen dibutuhkan kualitas gambar yang bagus.

Kualitas gambar tergantung pada produksi sinar-X yang berarti pula dipengaruhi oleh arus tabung (mA), waktu eksposi (s) dan tegangan tabung (kV). Menurut Brinda, Subramania dkk (2006), langkah pertama untuk optimalisasi parameter *CT scan* adalah dengan mengoptimalkan tegangan dan arus tabung. Pemilihan nilai arus tabung pada saat pembuatan gambar *CT scan* menentukan jumlah kuantitas sinar-X yang sampai ke detektor dan kemudian membentuk gambar. Nilai arus tabung identik dengan jumlah dosis radiasi yang diberikan pada saat pembuatan gambar. Pengurangan dosis radiasi sebanding dengan pengurangan nilai arus tabung. Di sisi lain, nilai arus tabung yang lebih besar akan menghasilkan gambar yang lebih bagus dan mengurangi *noise* yang dapat

dilihat dalam bentuk bintik-bintik pada gambar (Amarudin, 2002). Tegangan tabung (kV) sangat berpengaruh terhadap *image noise* pada sebuah citra. Kualitas citra sebuah radiograf dibentuk oleh : *image noise*, *spatial resolusi*, kontras resolusi dan artefak (Bushberg, 2003). *Image noise* adalah perbedaan nilai-nilai *pixel* yang terdapat dalam sebuah *matrix* gambar. Semakin tinggi indeks *image noise*, kualitas gambar akan semakin menurun, dan semakin rendah indeks *image noise*, maka kualitas gambar akan semakin baik.

Pada pemeriksaan *CT scan* abdomen biasa dilakukan dengan menggunakan protokol standar yaitu protokol yang sudah diatur pada alat oleh pabrik atau teknisi pabrik pada saat alat diinstal. Protokol bawaan tersebut sebenarnya dapat diubah parameternya sesuai kebutuhan dengan memperhatikan kualitas citra dan dosis radiasi yang lebih rendah (Karabulut dan Ariyeuk, 2006). Pada peralatan *CT scan*, dosis radiasi pada pasien sudah dapat diestimasi besarnya dan dapat ditampilkan pada layar monitor pada setiap penggunaan protokol dengan menggunakan metode *CT Dose Index* (CTDI).

Pada pesawat *CT scan* GE 16 *slice* di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Saiful Anwar Malang, pemeriksaan *CT scan* abdomen pada protokol standarnya menggunakan faktor eksposi 120 KV, 234 mAs. Pada faktor eksposi tersebut dianggap sudah memberikan kualitas gambar yang paling bagus dan pada CTDI menunjukkan dosis radiasi 53,04 mGy. Sedangkan menurut BAPETEN memberikan acuan nilai referensi CTDI pada *CT scan* abdomen sebesar 25 mGy (BATAN, 2006). Parameter KV dan mAs sangat berpengaruh terhadap dosis radiasi yang diterima pasien selama pemeriksaan. Penggunaan 80 KV dibandingkan 120 KV dengan 50 mAs akan mengalami pengurangan dosis radiasi sebesar 67%. Penggunaan 120 KV dibandingkan 140 KV dengan 50 mAs akan mengalami pengurangan dosis radiasi sebesar 38% (Seeram 2001). Salah satu parameter yang dapat diubah untuk menurunkan dosis radiasi adalah menurunkan nilai kuat arus tabung dengan mempersingkat waktu scan atau menurunkan arus tabung. Menurut Cohnen, et al (2000), Denis, et al (2003) dan Mullins, et al (2004) dalam penelitiannya membuktikan bahwa pengurangan dosis radiasi pada *CT scan* abdomen dapat dilakukan dengan penurunan kuat arus tabung tanpa mengorbankan kualitas citra secara keseluruhan untuk keperluan diagnostik (Kalra, et al, 2002) dalam penelitiannya yang dilakukan pada *CT scan* abdomen juga membuktikan bahwa penurunan kuat arus tabung (mA) sampai dengan 50% tidak mengorbankan kualitas citra untuk keperluan diagnostik. Karenanya sangat diperlukan pengetahuan untuk mengatur variasi parameter *scanning* sehingga akan mengurangi dosis radiasi terhadap pasien, akan tetapi mampu menghasilkan kualitas citra yang optimal.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2016 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Dr. Saiful Anwar Malang dengan menggunakan pesawat *CT scan* GE Bright Speed 16. Populasi dalam

penelitian adalah pasien *CT scan* abdomen dengan kasus tumor. Sampel dalam penelitian adalah tujuh radiograf *CT scan* abdomen dengan kasus tumor abdomen dengan variasi kV dan mAs yang berbeda-beda pada tiap radiografinya dengan kriteria inklusi pasien dengan diagnosis tumor abdomen dan pasien dengan lingkar perut 75 – 85 cm.

Persiapan pasien dilakukan dengan cara sehari sebelum dilakukan pemeriksaan, pasien dianjurkan hanya makan bubur, malam harinya diberikan obat pencahar, pukul 5 pagi diberikan minum air putih dicampur dengan media kontras ±600 ml dan jam 8 pagi diberikan air putih dicampur media kontras ±600 ml. Setelah itu ditunggu 30 menit untuk dilakukan pemeriksaan CT abdomen. Pemeriksaan CT abdomen dilakukan menggunakan protokol rutin yang biasa digunakan.

Data diambil dari tiga variasi tegangan tabung (kV) yaitu 100, 120 dan 140 kV) dan tiga variasi nilai arus tabung dan waktu (mAs) yaitu 180, 195 dan 210). Penilaian citra dilakukan oleh responden yang berjumlah tiga radiolog, Dengan kriteria irisan *axial* 1 untuk memperlihatkan bagian atas liver, irisan *axial* 3 untuk melihat ekor pankreas, irisan *axial* 5 untuk melihat bagian kedua duodenum, irisan *axial* 7 untuk memperlihatkan bagian tengah ginjal dan irisan *axial* 8 untuk memperlihatkan 2 cm kearah bawah renal pelvis pada ginjal dan perjalanan kontras menuju ureter pada ginjal. Data kemudian dianalisa dengan metode skoring untuk penilaian responden, dengan skor 1 (tidak terlihat jelas), skor 2 (terlihat jelas) dan skor 3 (terlihat sangat jelas). Hal ini untuk menilai kualitas gambar dan dosis radiasi pada MSCT abdomen dengan kasus tumor.

Analisa data dilakukan secara deskriptif dan statistik. Setelah mendapatkan hasil penilaian checklist responden kemudian dilakukan analisa kuantitatif deskriptif. Analisa statistik dilakukan dengan uji statistik SPSS menggunakan uji normalitas data Kolmogorov-Smirnov dikarenakan data banyak (>50) untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Selanjutnya dilakukan uji On Way Anova untuk mengetahui besarnya pengaruh dan signifikansi antara perubahan variasi kV dengan kualitas gambar, variasi kV dengan dosis radiasi, variasi mAs dengan kualitas gambar dan variasi mAs dengan dosis radiasi dengan nilai $\alpha = 0,05$.

HASIL

Hasil Pengamatan Kualitas Gambar dan Dosis Radiasi pada mAs *Fixed* dan Variasi kV. Pengamatan dilakukan pada perubahan variasi kV yaitu 100, 120 dan 140 terhadap kualitas gambar dilakukan dengan menetapkan mAs 195. Berikut ini merupakan hasil pengamatan kualitas gambar:

Dari tabel 3, dapat diketahui kejelasan keseluruhan kriteria yang ditampakkan dari jumlah penilaian pada tabel 2 yaitu pada film dengan faktor eksposi mAs 195 kV 100 jumlah skor 20 dinilai tidak jelas, film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 120 jumlah skor 35 dan film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 140 jumlah skor 41 sehingga keduanya dinilai sangat jelas.

Hasil pencatatan dosis dari CTDI dimana pengamatan dilakukan pada perubahan dosis radiasi (CTDI) yang muncul pada layar monitor, yaitu untuk kV 100, 120 dan 140.

Tabel 1. Persentase penilaian responden pada radiograf variasi kV dengan mAs 195 irisan *axial*

Irisan <i>axial</i>	Variasi kV	Jumlah penilaian	Persentase (%)
1 untuk melihat bagian atas liver	100	4	44,44
	120	7	77,78
	140	8	88,89
3 untuk melihat ekor pankreas	100	3	33,33
	120	6	66,67
	140	7	77,78
5 untuk melihat bagian kedua duodenum	100	4	44,44
	120	6	66,67
	140	8	88,89
7 untuk melihat bagian tengah ginjal	100	5	55,56
	120	8	88,89
	140	9	100
8 untuk melihat 2 cm kearah bawah renal pelvis pada ginjal dan perjalanan kontras menuju ureter pada ginjal	100	4	44,44
	120	8	88,89
	140	9	100

Tabel 2. Jumlah penilaian kriteria terhadap masing-masing film dengan variasi kV dan mAs 195

No	Kriteria yang dinilai	Jumlah penilaian		
		kV 100	kV 120	kV 140
1.	<i>Axial</i> 1	4	7	8
2.	<i>Axial</i> 3	3	6	7
3.	<i>Axial</i> 5	4	6	8
4.	<i>Axial</i> 7	5	8	9
5.	<i>Axial</i> 8	4	8	9
Jumlah		20	35	41

Tabel 3. Distribusi skor kejelasan keseluruhan kriteria tiap film

Nomor kelas	Kelas interval	Keterangan
1	15 – 24	Tidak jelas
2	25 – 34	Jelas
3	35 - 45	Sangat jelas

Tabel 4. Pencatatan dosis variasi kV pada mAs 195

Penilaian	Dosis kV 100	Dosis kV 120	Dosis kV 140
	44,44 mGy	58,02 mGy	64,03 mGy

Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap kualitas gambar dan dosis radiasi pada kV *fixed* dan variasi mAs.

Pengamatan dilakukan pada perubahan variasi mAs yaitu 195, 180 dan 210 terhadap kualitas gambar dilakukan dengan menetapkan kV 120. Hasil yang diperoleh pada pengamatan kualitas gambar dan pengukuran terhadap dosis radiasi adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Persentase penilaian responden pada radiograf variasi mAs pada kV 120 irisan *axial*

Irisan <i>axial</i>	Variasi mAs	Jumlah penilaian	Persentase (%)
1 untuk melihat bagian atas liver	195	7	77,78
	180	4	44,44
	210	8	88,89
3 untuk melihat ekor pankreas	195	6	66,67
	180	4	44,44
	210	8	88,89
5 untuk melihat bagian kedua duodenum	195	6	66,67
	180	4	44,44
	210	8	88,89
7 untuk melihat bagian tengah ginjal	195	8	88,89
	180	4	44,44
	210	9	100
8 untuk melihat 2 cm kearah bawah renal pelvis pada ginjal dan perjalanan kontras menuju ureter pada ginjal	195	8	88,89
	180	4	44,44
	210	8	88,89

Tabel 6. Jumlah penilaian kriteria terhadap masing-masing film dengan variasi mAs dan kV 120

No	Kriteria yang dinilai	Jumlah penilaian		
		mAs 195	mAs 180	mAs 210
1.	<i>Axial</i> 1	7	4	8
2.	<i>Axial</i> 3	6	4	8
3.	<i>Axial</i> 5	6	4	8
4.	<i>Axial</i> 7	8	4	9
5.	<i>Axial</i> 8	8	4	8
Jumlah		35	20	41

Tabel 7. Distribusi skor kejelasan keseluruhan kriteria tiap film

Nomor kelas	Kelas interval	Keterangan
1	15 – 24	Tidak jelas
2	25 – 34	Jelas
3	35 – 45	Sangat jelas

Dari tabel 7, dapat diketahui kejelasan keseluruhan kriteria yang ditampakkan dari jumlah penilaian pada tabel 6, bahwa pada film kV 120 mAs 195 dengan jumlah skor 35 dinilai sangat jelas, film kV 120 mAs 180 dengan jumlah skor 20 dinilai tidak jelas dan film kV 120 mAs 210 dengan jumlah skor 41 dinilai sangat jelas.

Hasil pencatatan dosis dari CTDI dimana pengamatan serupa juga dilakukan pada perubahan dosis radiasi (CTDI)

yang muncul pada layar monitor, yaitu untuk mAs 195, 180 dan 210.

Tabel 8. Pencatatan dosis variasi mAs pada kV 120

Penilaian	Dosis mAs	Dosis mAs	Dosis mAs
	195	180	210
	48,24 mGy	58,02 mGy	66,85 mGy

Dari hasil pengamatan yang sudah diperoleh, kemudian dilakukan uji statistik pengaruh penggunaan variasi kV dan mAs terhadap kualitas gambar dan dosis radiasi. Uji yang dilakukan adalah uji normalitas data dan uji *One Way Anova*.

Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dikarenakan data banyak (>50) untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak.

Tabel 9. Hasil uji normalitas data Kolmogorov-Smirnov

No	Variabel	ρ value	Makna
1	kV	1,000	Distribusi normal
2	mAs	0,976	Distribusi normal
3	Kualitas gambar	1,000	Distribusi normal
4	Dosis radiasi	0,998	Distribusi normal

Berdasarkan tabel 9, data KV, mAs, kualitas gambar dan dosis radiasi memiliki p-value diatas 0,05. Hal ini dapat dikatakan keempat data tersebut terdistribusi normal.

Pada hasil uji *One Way Anova*, teknik analisis komparatif mean antara perubahan variasi kV dengan kualitas gambar, variasi kV dengan dosis radiasi, variasi mAs dengan kualitas gambar dan variasi mAs dengan dosis radiasi dengan nilai $\alpha = 0,05$.

Tabel 10. Uji *One Way Anova*

Variabel bebas	Pengaruh terhadap	p-value	makna
kV	Kualitas gambar	0,000	signifikan
	Dosis radiasi	0,000	signifikan
mAs	Kualitas gambar	0,000	signifikan
	Dosis radiasi	0,000	signifikan

DISKUSI

Salah satu parameter yang mempengaruhi *CT number* adalah pemilihan tegangan tabung sinar-X (kV). Pengaturan tegangan sinar-X menentukan jumlah energi foton sinar-X. CT number akan mengalami kenaikan seiring dengan penurunan tegangan tabung sinar-X. Hal ini akan berpengaruh pada *image quality* dan *level of noise*. Salah satu usaha dalam pengendalian *image noise* pada gambaran *CT scan* adalah dengan melakukan pemilihan kV yang tepat pada saat *scanning* dengan harapan dapat memberikan kualitas hasil yang optimum dalam rangka menegakkan diagnosis.

Semakin tinggi kV *noise* semakin turun. Nilai *noise* berbanding terbalik dengan kualitas gambar, jadi semakin tinggi kV semakin tinggi kualitas gambar. Hasil ini didapatkan

dari perhitungan persentase nilai yang didapat dari penilaian informasi diagnostik masing-masing oleh tiga radiolog. Gambaran tersebut dinyatakan layak untuk menampakkan kelainan yang ada di daerah abdomen. Pada tabel 3, dapat dilihat bahwa untuk *axial 1, axial 3, axial 5, axial 7* dan *axial 8*, film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 100 diberi penilaian tidak jelas, film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 120 dan film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 140 diberi penilaian sangat jelas. Pada tabel 4, film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 100 menghasilkan dosis radiasi 48,24 mGy, film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 120 menghasilkan dosis radiasi 58,02 mGy dan film dengan faktor eksposi mAs 195, kV 140 menghasilkan dosis radiasi 66,85 mGy.

Pada penelitian ini memperoleh hasil yaitu kualitas gambar sebanding dengan nilai kV, sehingga semakin tinggi nilai kV, maka semakin tinggi kualitas, maka akan semakin tinggi pula dosis yang dikeluarkan MSCT. Pemilihan kV juga berpengaruh terhadap kejelasan anatomi yang dihasilkan dari pemeriksaan yang dilakukan. Untuk pemeriksaan MSCT abdomen diperoleh hasil secara keseluruhan bahwa penggunaan mAs 195, kV 120 sudah dapat dengan baik memperlihatkan irisan 1, irisan 3, irisan 5, irisan 7 dan irisan 8. Hasil tersebut diimbangi dengan dosis yang dihasilkan tidak terlalu tinggi.

Hasil uji statistik dengan menggunakan *One Way Anova* dengan nilai signifikan 0,05 menunjukkan bahwa nilai ρ value 0,000 < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi kV terhadap kualitas gambar, yang berarti Ho ditolak dan Ha diterima.

Hasil uji statistik dengan menggunakan *One Way Anova* dengan nilai signifikan 0,05 menunjukkan bahwa nilai ρ value 0,000 < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi mAs terhadap dosis radiasi, yang berarti Ho ditolak dan Ha diterima.

Miliampere second (mAs) adalah perkalian antara besaran nilai ampere dengan waktu eksposi (s). mAs menunjukkan kuantitas sinar-X mAs kecil akan menyebabkan jumlah awan elektron yang dihasilkan kecil sehingga pada saat pembuatan gambar *CT scan* menentukan jumlah kuantitas sinar-X yang sampai ke detektor dan kemudian membentuk gambar. Nilai mA identik dengan jumlah dosis radiasi yang diberikan pada saat pembuatan gambar. Pengurangan dosis radiasi sebanding dengan pengurangan nilai mA.

Semakin tinggi nilai mAs, menghasilkan gambaran yang semakin jelas. Hasil ini didapatkan dari perhitungan persentase nilai yang didapat dari penilaian informasi diagnostik masing-masing oleh tiga radiolog. Gambaran tersebut dinyatakan layak untuk menampakkan kelainan yang ada di daerah abdomen. Pada tabel 7, dapat dilihat bahwa untuk *axial 1, axial 3, axial 5, axial 7* dan *axial 8*, film dengan faktor eksposi KV 100, mAs 195 diberi penilaian tidak jelas, film dengan faktor eksposi KV 100 mAs 180 dan 210 diberi penilaian sangat jelas. Pada tabel 15. film dengan faktor eksposi KV 100, mAs 195 menghasilkan dosis radiasi 44,44 mGy, film dengan faktor eksposi KV 100, mAs 180 menghasilkan dosis radiasi 58,02 mGy dan film dengan faktor

eksposi KV 100, mAs 210 menghasilkan dosis radiasi 64,02 mGy.

Pada penelitian ini memperoleh hasil yaitu kualitas gambar sebanding dengan nilai mAs, sehingga semakin tinggi nilai mAs, maka semakin tinggi kualitas, maka akan semakin tinggi pula dosis yang dikeluarkan MSCT. Pemilihan mAs juga berpengaruh terhadap kejelasan anatomi yang dihasilkan dari pemeriksaan yang dilakukan. Untuk pemeriksaan MSCT abdomen diperoleh hasil secara keseluruhan bahwa penggunaan KV 120, mAs 195 dan sudah dapat dengan baik memperlihatkan irisan 1, irisan 3, irisan 5, irisan 7 dan irisan 8. Hasil tersebut diimbangi dengan dosis yang dihasilkan tidak terlalu tinggi. Hasil uji statistik dengan menggunakan *One Way Anova* dengan nilai signifikan 0,05 menunjukkan bahwa nilai p value $0,000 < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi mAs terhadap kualitas gambar, yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima.

SIMPULAN

Ada pengaruh variasi kV dan mAs terhadap kejelasan anatomi dan dosis radiasi pada pemeriksaan MSCT abdomen pada kasus tumor abdomen.

DAFTAR PUSTAKA

- Bontrager, Kenneth L. 2001, *Textbook of Positioning and Related Anatomy, Fifth Edition*. CV. Mosby Company: St. Louis.
- Bushberg, J. T. 2002. *The Essential Physics of Medical Imaging, Second Edition*. Lippincot Williams & Wilkins : Philadelphia.
- Cohnen, M. 2002. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* : German.
- Galanski dan Prokop. 2003. *Principles and Techniques of Images Reconstruction with CT in Cerebral Computed Tomography, 2nd*. WB Saunders Company.
- Karabulut, Nevzat, Macit Ariyurek. 2006. Low dose CT : Practices and strategies of radiologist in university hospitals. *Turkish Society of Radiology*, www.dirjournal.org/pdf/pdf/DJR-54.pdf.
- Nagel. 2004. *Fundamental of Neuroimaging*. WB Saunders Company : Philadelphia.
- Neseth, R. 2000. *Procedures and Documentation for CT and MRI*. CIC Edizioni Internazionali.
- Pearce, E.C. 2001. *Anatomi dan fisiologi untuk paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Seeram, E. 2001. *Computed Tomography : Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control, Second Edition*. WB Saunders Company : Canada.
- Sloane, E. 2003. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Pemula*. EGC : Jakarta.
- nell, R. S. 2000, *Anatomi klinik untuk mahasiswa kedokteran*, edisi 3. EGC : Jakarta.
- Sutisna, H. 1995. *Patologi*. Balai Penerbit FKUI : Jakarta.