

ANALISIS *IMAGE NOISE* DAN DOSIS PADA PEMERIKSAAN MSCT DENGAN MENERAPKAN APLIKASI PIRANTI LUNAK *CARE DOSE* PESAWAT SIEMENS SOMATOM 6 *SLICE* DI RSUD PROF. DR. MARGONO SOEKARJO PURWOKERTO

ANALYSIS OF *IMAGE NOISE* AND DOSE ON MSCT EXAMINATION USING *CARE DOSE* APPLICATIONS OF SIEMENS SOMATOM 6 *SLICE* UNIT IN PROF. DR. MARGONO SOEKARJO PURWOKERTO HOSPITAL

Lutfatul Fitriana¹⁾, Gatot Murti Wibowo²⁾, Sudiyono³⁾
^{1,2,3)} Health Polytechnics of Semarang-Indonesia
 e-mail : lutfatul03@gmail.com

ABSTRACT

Background: Multi-Slice Computed Tomography (MSCT) is diagnostic radiology examination that take an advantage of computer to acquire data and reconstructing an *Image* from number of detector rows. *Noise* is one of the tremendous factors that affect the quality of CT *Images*. Nowadays, CT mAs auto setting, an automatic exposure device, resolves such the *Noise* problems in which maintains the quality of diagnostic *Images* for all parts of the body with a lowest possible dose. Since working devices based on the size of the patient's body attenuation automatically, reduction of radiation dose by 40% to 50% would be achieved. Yet, the larger patient's body parts, the higher patient's CTDI_{vol} occurrence, which in turn affects on the *Noise* produced. The purpose of this research is to define the difference in the value of *Image Noise* and dose whenever the MSCT procedure is employed with and without the auto mAs selection with regards to maintaining CTDI_{vol} and *Image Noise*.

Methods: This research was an experimental quantitative study with one shot case study and post-test only approaches. Data were collected on July 2016 in Radiology Unit of Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto Hospital. *Noise* values was measured on 20 mm region of interest (ROI) and the dose was calculated by the CTDI_{vol} on the workstation monitor were collecting data from the head, thorax and abdomen *water phantom* of CT *Images*. Data was analyzed by SPSS 16 *software* using statistical tests of the paired t-test.

Results: The results of this study statistically deemed significant as there were differences in *Image Noise* values such as head, thorax and abdomen *water phantoms* (value p - value < 0.05). Similarly, figures about the CTDI_{vol} comparison also showed different dose levels received by the phantoms when apply the CT procedures with and without auto mAs selection to the head, thorax and abdomen *water phantoms* (the head phantom: 50.69 mGy Vs. 60.28 mGy; the thoracic phantom: 3.88 mGy Vs. 7,98 mGy; and the abdomen phantom: 8.38 mGy Vs. 20.83 mGy respectively).

Conclusion: There was a difference in production of the *Image Noise* and dose when apply the CT procedures with and without auto mAs selection to the head, thorax, and abdomen *water phantoms*. Lower dose tended to induce more *Noise* than higher dose, meanwhile patient's dose leads to increase as well.

Keywords: MSCT, *Care dose*, *Image Noise*, Dose

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi, *CT scan* berkembang lebih canggih dengan diciptakannya *Multi Slice Computed Tomography (MSCT)*. Prinsip dasar MSCT adalah pergerakan pasien melalui meja pemeriksaan melewati bidang penyinaran sehingga akan dihasilkan banyak potongan (*multi slice*) dalam satu pergerakan pasien. *Multi Slice Computed Tomography (MSCT)* merupakan salah satu alat pemeriksaan radiologi diagnostik yang memanfaatkan komputer dalam melakukan rekonstruksi dan yang diperoleh dari sejumlah baris detektor yang menerima berkas sinar-X yang mengalami penyerapan sejumlah energi (atenuasi) dari obyek atau organ yang dilewatinya (Bontrager, 2001).

Kualitas gambar dikatakan baik ditunjukkan dengan rendahnya *Noise* atau nilai *Image Noise* dalam batas standar yang bisa diterima. *Image Noise* merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kualitas gambar *CT scan*. Semakin tinggi nilai *Image Noise* maka dapat dikatakan bahwa kualitas gambaran *CT scan* akan menurun (Seeram, 2001). Salah satu penggunaan parameter yang mempengaruhi *Image Noise*

adalah mAs. Apabila nilai mAs semakin tinggi maka *Noise* akan semakin rendah sedangkan nilai mAs semakin rendah maka *Noise* yang dihasilkan akan semakin tinggi pada gambaran *CT scan* (Seeram,2001).

Pada pesawat *CT scan* Siemens terdapat fasilitas *software* pengaturan auto mAs, yang disebut juga dengan *Care dose*. *Care dose*/auto mAs merupakan sebuah *automatic exposure control (AEC)*, yang memastikan kualitas gambar diagnostik yang konstan atas seluruh bagian-bagian tubuh dengan dosis serendah mungkin (Siemens Healthcare, 2008). *Software AEC* dirancang untuk mengurangi dosis radiasi dengan mengubah mAs berdasarkan ukuran dari tubuh pasien dan atenuasi secara otomatis. *Software* ini dapat mengurangi dosis radiasi hingga 40% sampai 50% (Raman, 2013)

Mengingat berpengaruhnya nilai mAs pada penggunaan *care dose* terhadap *Image Noise* sebagai salah satu komponen kualitas citra radiograf, seorang radiografer harus memiliki pengetahuan yang mendalam mengenai aplikasi *care dose*. Kinerja alat juga harus diperhatikan sehingga keluaran mAs

sesuai dengan yang di setting. Hal ini disebabkan karena perubahan keluaran mAs berpengaruh terhadap *Noise* yang dapat mengurangi kualitas gambar. Kualitas gambar yang kurang optimal akibat adanya *Noise*, dapat membuat radiolog menjadi kesulitan dalam menegakkan diagnosa. Hal ini juga dapat menyebabkan kesalahan dalam menegakkan diagnosa. Oleh karena itu, kedua hal tersebut harus senantiasa diperhatikan untuk menjaga kualitas gambar dengan mempertahankan nilai dosis sekecil-kecilnya.

Berdasarkan artikel yang dipublikasikan dalam *American Journal and Roentgenology* dijelaskan bahwa *CT scan* rutin memiliki potensi untuk menyebabkan kanker yang fatal pada anak-anak. Secara umum anak-anak menerima dosis radiasi yang lebih tinggi daripada yang diperlukan (Zacharias, 2013).

Di Unit Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Prof. DR. Margono Soekarjo Purwokerto pemanfaat *software care dose* ini belum digunakan secara optimal pada pemeriksaan *CT scan*. Hal ini sangat disayangkan dikarenakan mengingat manfaat dari *software care dose* ini yang dapat mengurangi dosis radiasi yang diterima pasien.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juli 2016 di Unit Radiologi RSUD Prof. DR. Margono Soekarjo Purwokerto, dengan pesawat *CT scan* Siemens Somatom 6 Slice. Populasi dan sampel penelitian adalah citra *CT scan water phantom* dari dua kelompok berpasangan citra penggunaan *care dose* dengan tanpa menggunakan *care dose* dari 3 *water phantom*.

Penilaian citra MRI *brain* untuk penghitungan nilai *Noise* dilakukan dengan menggunakan *software* untuk ROI pada citra *CT scan* dengan menggunakan *software care dose* dengan tanpa menggunakan *care dose*, dengan menggunakan *software* ROI dengan menempatkan ROI pada pertengahan hasil citra (lihat Gambar 1). Sedangkan untuk nilai dosis dilihat pada $CTDI_{VOL}$ pada monitor *CT scan*. Analisis data dilakukan uji statistik dengan *software* SPSS 16 menggunakan uji normalitas data Shapiro Wilk dikarenakan data sedikit (<50) untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak. Selanjutnya dilakuakn uji T-berpasangan dikarenakan data berskala rasio dari dua sampel berpasangan untuk mengetahui tingkat perbedaan SNR pada penggunaan *care dose* dengan tanpa penggunaan *care dose*, dengan nilai $\alpha=0,05$ ($p<0,05$).

Analisis secara deskriptif dilakukan dikarenakan data nilai dosis tidak variatif (konstan) sehingga tidak dapat dilakukan dengan uji SPSS, dilakukan dengan melihat prosentase yang dihasilkan untuk mengetahui perbedaan nilai dosis anatara penggunaan *care dose* dengan tanpa menggunakan *care dose*.

HASIL

Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro wilk dikarenakan data sedikit (<50) untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak.



Gambar 1. Penghitungan nilai *Noise* menggunakan ROI

Tabel 1. Hasil uji normalitas data nilai *Image Noise* penggunaan *care dose* dna tanpa *care dose* pada *water phantom* kepala.

Variabel	ρ value	Makna
<i>Care dose</i>	0,330	Distribusi Normal
Tanpa <i>Care dose</i>	0,208	Distribusi Normal

Berdasarkan tabel 1, data dua kelompok penggunaan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* didapatkan $p>0,05$ sehingga dapat dikatakan terdistribusi normal, selanjutnya dapat dilakukan uji T-berpasangan.

Tabel 2. Hasil uji normalitas data nilai *Image Noise* penggunaan *care dose* dna tanpa *care dose* pada *water phantom* thorax.

Variabel	ρ value	Makna
<i>Care dose</i>	0,269	Distribusi Normal
Tanpa <i>Care dose</i>	0,053	Distribusi Normal

Berdasarkan tabel 2, data dua kelompok penggunaan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* didapatkan $p>0,05$ sehingga dapat dikatakan terdistribusi normal, selanjutnya dapat dilakukan uji T-berpasangan.

Tabel 3. Hasil uji normalitas data nilai *Image Noise* penggunaan *care dose* dna tanpa *care dose* pada *water phantom* abdomen.

Variabel	ρ value	Makna
<i>Care dose</i>	0,428	Distribusi Normal
Tanpa <i>Care dose</i>	0,424	Distribusi Normal

Berdasarkan tabel 3, data dua kelompok penggunaan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* didapatkan $p>0,05$ sehingga dapat dikatakan terdistribusi normal, selanjutnya dapat dilakukan uji T-berpasangan.

Hasil Penghitungan dan Uji Statistik Nilai *Image Noise* antara penggunaan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* pada *water phantom*

Tabel 4. Hasil Uji Paired T-Test antara penggunaan *care dose* dan tanpa *care dose* pada *water phantom* kepala

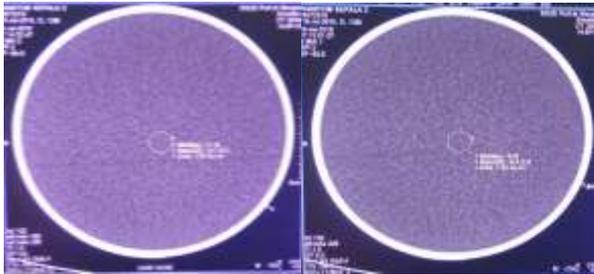
Variable	ρ value	Makna
<i>Care dose</i>	0,003	Ada Perbedaan
Tanpa <i>Care dose</i>		

Berdasarkan test statistik dengan uji Paired T-test diperoleh nilai *significancy p-value* < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai *Image Noise* antara *care dose* dan tanpa *care dose* pada *CT scan water phantom* kepala.

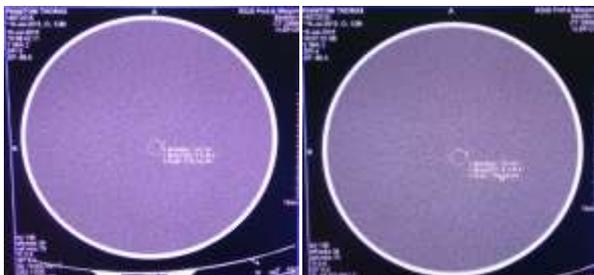
Tabel 5. Hasil Uji Paired T-Test antara penggunaan *care dose* dan tanpa *care dose* pada *water phantom* thorax

Variable	ρ value	Makna
Care dose	0,000	Ada Perbedaan
Tanpa Care dose		

Berdasarkan test statistik dengan uji Paired T-test diperoleh nilai signficancy p -value < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai *Image Noise* antara *care dose* dan tanpa *care dose* pada *CT scan water phantom* thorax.



Gambar 2. Hasil Scanning *water phantom* kepala menggunakan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose*

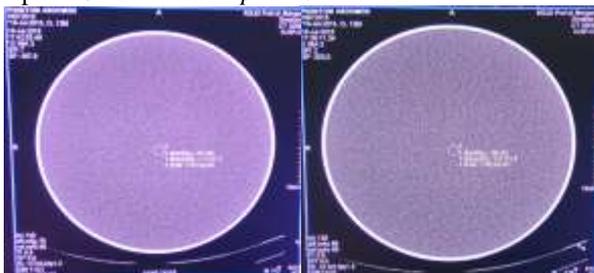


Gambar 3. Hasil Scanning *water phantom* thorax menggunakan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose*.

Tabel 6. Hasil Uji Paired T-Test antara penggunaan *care dose* dan tanpa *care dose* pada *water phantom* abdomen

Variable	ρ value	Makna
Care dose	0,000	Ada Perbedaan
Tanpa Care dose		

Berdasarkan test statistik dengan uji Paired T-test diperoleh nilai signficancy p -value < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai *Image Noise* antara *care dose* dan tanpa *care dose* pada *CT scan water phantom* abdomen.



Gambar 4. Hasil Scanning *water phantom* abdomen menggunakan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose*.

Tabel 7. Hasil pengukuran nilai dosis (CTDI_{vol}) pada *water phantom*

<i>Water phantom</i>	<i>Care dose</i>	Non <i>Care dose</i>
Kepala	50,69 mGy	60,28 mGy
Thorax	3,88 mGy	7,98 mGy
Abdomen	8,38 mGy	10,83 mGy

Dari data tabel 7. Nilai dosis pada ketiga *water phantom* yang menggunakan *care dose* lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose*. Pada *water phantom* kepala scanning menggunakan *care dose* (50,69 mGy) memiliki nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose* (60,28 mGy). Pada *water phantom* thorax scanning menggunakan *care dose* (3,88 mGy) memiliki nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose* (7,98 mGy). Pada *water phantom* abdomen scanning menggunakan *care dose* (8,38 mGy) memiliki nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose* (10,83 mGy).

DISKUSI

Berdasarkan hasil analisa deskriptif dapat dilihat bahwa hasil pengukuran nilai *Image Noise* pada *water phantom* kepala, menunjukkan nilai *Image Noise* pada *care dose* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *Image Noise* tanpa menggunakan *care dose*. Nilai rata-rata hasil pengukuran *Noise* menggunakan *care dose* 3,12, sedangkan pada *water phantom* kepala tanpa menggunakan *care dose* didapat nilai rata-rata *Image Noise* yaitu 2,89.

Hasil pengukuran pada *water phantom* thorax menunjukkan bahwa nilai *Image Noise* yang menggunakan *care dose* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *Image Noise* tanpa menggunakan *care dose*. Nilai rata-rata hasil pengukuran *Noise* menggunakan *care dose* 8,11, sedangkan pada *water phantom* kepala tanpa menggunakan *care dose* didapat nilai rata-rata *Image Noise* yaitu 5,71.

Hasil pengukuran pada *water phantom* abdomen menunjukkan bahwa nilai *Image Noise* yang menggunakan *care dose* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *Image Noise* tanpa menggunakan *care dose*. Nilai rata-rata hasil pengukuran *Noise* menggunakan *care dose* 12,58, sedangkan pada *water phantom* kepala tanpa menggunakan *care dose* didapat nilai rata-rata *Image Noise* yaitu 10,57.

Hasil pengukuran nilai rata-rata *Noise* yang disebabkan oleh penggunaan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* menunjukkan adanya perbedaan. *Care dose* (auto mAs) bekerja dengan cara menyesuaikan ketebalan obyek pada *water phantom*, sehingga nilai mAs menyesuaikan ketebalan obyek tersebut. Sedangkan pada parameter tanpa *care dose*, mAs yang digunakan sesuai dengan parameter yang rutin dilakukan di rumah sakit. mAs yang digunakan akan selalu sama pada setiap bagian tubuh tanpa memperhatikan perubahan ketebalan obyek. Hal ini sesuai dengan teori menurut Seeram, (2001) menunjukkan bahwa salah satu penggunaan parameter yang mempengaruhi *Image Noise* adalah mAs. Apabila nilai mAs semakin tinggi maka *Noise* akan semakin rendah

sedangkan nilai mAs semakin rendah maka *Noise* yang dihasilkan semakin tinggi pada gambaran *CT scan*.

Pada *water phantom* kepala dapat dilihat pada tabel 5 menunjukkan bahwa hasil pengukuran nilai *Noise* diperoleh nilai signficancy p -value mendekati 0,000. Hasil pengukuran ini menunjukkan nilai signficancy p -value < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan *Image Noise* dengan *care dose* dan tanpa penggunaan *care dose* pada *CT scan water phantom* kepala.

Pada *water phantom* thorax dapat dilihat pada tabel 6 menunjukkan bahwa hasil pengukuran nilai *Noise* diperoleh nilai signficancy p -value mendekati 0,000. Hasil pengukuran ini menunjukkan nilai signficancy p -value < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan *Image Noise* dengan *care dose* dan tanpa penggunaan *care dose* pada *CT scan water phantom* thorax.

Pada *water phantom* abdomen dapat dilihat pada tabel 7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran nilai *Noise* diperoleh nilai signficancy p -value 0,000. Hasil pengukuran ini menunjukkan nilai signficancy p -value < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan *Image Noise* dengan *care dose* dan tanpa penggunaan *care dose* pada *CT scan water phantom* abdomen.

Adanya perbedaan ini disebabkan karena pada *care dose* (auto mAs) menggabungkan 2 type modulasi arus tabung, yaitu : Axial tube current modulation, dengan maksud *care dose* (auto mAs) dapat mengontrol nilai akuisisi yang berbeda pada *water phantom* kepala, ketika sinar horizontal melewati pada *water phantom* kepala, mAs akan menyesuaikan sesuai dengan ketebalan obyek *water phantom* secara otomatis. Angular tube current modulation yang sesuai dengan yang didefinisikan pada modulasi axial tersebut, arus tabung di modulasi selama tube berotasi/masing-masing rotasi tube. Sehingga profil attenuasi angular diukur secara otomatis selama *scanning* dan arus tabung dimodulasi disesuaikan dengan real time untuk mendapatkan distribusi intensitas sinar-X yang optimum pada setiap sudut pandang, baik dari sudut angulasi tube pada *water phantom* yang mempunyai setiap sudut pandang yang berbeda.

Pada penggunaan tanpa *care dose* (mAs manual) nilai mAs tidak bisa berubah secara otomatis sesuai dengan ketebalan dan kerapatan objek. Pemilihan tanpa *care dose* (mAs manual) tidak dapat mengontrol nilai attenuasi . sehingga berapapun nilai mAs yang diberikan atau yang diatur, nilai mAs yang dikeluarkan selalu tetap sama selama *scanning* berlangsung.

Hal ini sesuai dengan teori menurut Nicholas, (2004) yang menyatakan bahwa menggunakan teknik auto mAs dapat diatur nilai miliampere sesuai dengan tingkat ketebalan dan kerapatan obyek sehingga foton yang sampai ke detektor cukup ketika melewati obyek yang tebal. Hal ini diperkuat juga menurut Siemens Healthcare (2008) menunjukkan bahwa pada aplikasi *care dose* (auto mAs) untuk parameter arus tabung di atur sesuai dengan ukuran pasien, bidang axis pasien, dan profil attenuasi angular, yang memastikan kualitas gambar diagnostic yang konstan atas seluruh daerah bagian-bagian tubuh dengan dosis serendah mungkin.

Menurut Goldman (2007) menyatakan bahwa kenaikan faktor eksposi (kV dan mAs) akan mempengaruhi kualitas gambar terutama *Image Noisenya*. Ketepatan dalam penggunaan dan pengaturan *care dose* (auto mAs) pada pemeriksaan *CT scan* terutama *CT scan* thorax dan abdomen maka akan mengakibatkan *Noise* akan berkurang sehingga gambar yang dihasilkan semakin bagus dan dosis yang diterima pasien juga sesuai dengan yang dibutuhkan karena *care dose* memberikan kualitas gambar diagnostic yang konstan atas seluruh daerah bagian-bagian tubuh dengan dosis serendah mungkin.

Berdasarkan teori-teori yang dikemukakan diatas terdapat kesesuaian dengan penelitian menggunakan metode statistik. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah dengan penggunaan nilai mAs yang tinggi maka *Noise* yang dihasilkan semakin rendah, sedangkan penggunaan nilai mAs yang rendah maka *Noise* yang dihasilkan semakin tinggi pada gambaran *CT scan*. Hal ini disebabkan parameter arus tabung pada *care dose* (auto mAs) diatur sesuai dengan ukuran obyek, bidang axis obyek, dan profil attenuasi angular, yang memastikan kualitas gambar diagnostic yang konstan atas seluruh daerah bagian-bagian tubuh dengan dosis serendah mungkin. Sedangkan pada tanpa penggunaan *care dose* (mAs manual) tidak dapat mengontrol arus tabung sehingga nilai mAs yang dikeluarkan selalu tetap sama selama *scanning* berlangsung. Sehingga dari hasil penelitian yang diperoleh terdapat perbedaan nilai *Image Noise* antara *care dose* dan tanpa *care dose* pada *CT scan water phantom*.

Perbedaan Nilai Dosis antara penggunaan *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* pada *water phantom*. Berdasarkan analisa hasil deskriptif, pada *water phantom* kepala *scanning* menggunakan *care dose* (50,69 mGy) memiliki nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose* (60,28 mGy). Pada *water phantom* thorax *scanning* menggunakan *care dose* (3,88 mGy) memiliki nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose* (7,98 mGy). Pada *water phantom* abdomen *scanning* menggunakan *care dose* (8,38 mGy) memiliki nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai dosis tanpa menggunakan *care dose* (10,83 mGy).

Hal ini disebabkan karena penggunaan *care dose* membuat mAs yang dikeluarkan oleh tabung diatur seminimal mungkin, sesuai dengan profil tebal tubuh. Pada bagian tubuh yang lebih tipis, mAs akan diturunkan dan bagian yang tebal mAs akan dinaikkan. Penggunaan mAs yang minimal mengakibatkan jumlah photon yang mencapai tubuh dan berkontribusi terhadap dosis menjadi minimal. Sesuai dengan teori (Raman, 2013) *Software* AEC dirancang untuk mengurangi dosis radiasi dengan mengubah mAs berdasarkan ukuran dari tubuh pasien dan atenuasi secara otomatis. *Software* ini dapat mengurangi dosis radiasi hingga 40% sampai 50%.

Sementara pada penggunaan parameter tanpa *care dose*, setting mAs tidak berubah sesuai dengan profil tebal objek. Hal ini membuat pengaturan mAs diatur agar seluruh objek tergambar secara optimal. Sedangkan pada bagian objek yang

tebal tentunya membutuhkan mAs yang lebih tinggi. Sehingga mAs diatur mengikuti bagian objek yang tebal. Di rumah sakit Prof.DR. Margono Soekarjo Purwokerto, mAs yang digunakan pada protokol tanpa *care dose* kepala, thorax dan abdomen adalah 220, 70, 95. Sedangkan untuk protokol menggunakan *care dose* kepala, thorax, dan abdomen mAs yang digunakan adalah 182,40,85. Dari pengaturan mAs yang digunakan protokol *care dose* jelas menggunakan mAs yang lebih rendah daripada protokol tanpa *care dose*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, penulis dapat menarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan penggunaan *care dose* dan tanpa penggunaan *care dose*, dimana hasil analisa deskriptif menunjukkan pada penggunaan *care dose* mempunyai nilai rata-rata *Noise* lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan *care dose*. Sedangkan untuk nilai dosisnya, penggunaan *care dose* mempunyai nilai dosis yang lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan *care dose*.

Dari hasil uji statistik uji beda dengan menggunakan Paired T-test pada *water phantom* kepala, *water phantom* thorax dan *water phantom* abdomen didapatkan $p\text{-value} < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan nilai *Image Noise* antara *care dose* dan tanpa menggunakan *care dose* pada *water phantom* secara bermakna.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarudin. 2004. *Image Quality CT scan*. <http://www.amarudinmultiply.com> diakses Maret 2016.
- Bontrager, P. W. 1995. *Merrills Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures*, Edisi IX, Volume III. Mosby Inc, Missouri.
- Bushberg, J.T. 2003. *The Essential Physics of Medical Imaging*, Second Edition. Philadelphia: USA.
- Claudia, Zacharias. 2013. *Pediatric CT : Strategies to Lower Radiation Dose*. American Journal Radiology.
- Goldman, LW. 2007. *Principles of CT : Radiation Dose and Image Quality Journal of Nuclear Medicine Technology* Volume 35 Number 4 : 213-225. Society of Nuclear Medicine.
- Papp, Jeffrey, PhD,RT(R)(QM). 2006. *Quality Management in The Imaging Sciences, third edition*. Mosby Elsevier, Inc.: Missouri.
- Pearce, E. C. 2001. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Seeram, Euclid, RT. 2001. *Computed Tomography, Physical Prinsiples, Clinical Application and Quality Control*. WB Saunders : Pennsylvania, USA.
- Siemens. 2008. *Manual Book For Siemens Somatom Spirit Computed Tomography General Electric Company*
- Siva, P.Raman. 2013. *CT Dose Reduction Applications : Available Tools on the Latest Generation of CT scanners*. American College of Radiology.
- Sprawls, Perry. 1998. *Physical Principle of Medical Imaging*, Second Edition. Medical Physic Publishing : Medison, Wisconsin.
- Tortorici, M. R. 1995. *Advance Radiographic and Angiographic With Inroduction to Specialized Imaging*. F.A. Davis Company : Philadhelpia