

PERBANDINGAN KUALITAS CITRA CT SCAN PADA PROTOKOL DOSIS TINGGI DAN DOSIS RENDAH UNTUK PEMERIKSAAN KEPALA PASIEN DEWASA DAN ANAK

Rozanah, Wahyu Setia Budi dan Zaenal Arifin

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail : roza.semangat@gmail.com

ABSTRACT

The use of scanning protocol with high dose and low dose in CT scan would affect the quality of the images obtained. Because of the importance of good radiographic images in the enforcement of proper patient diagnosis, then performed an analysis of the image quality obtained from both protocols.

Image quality assessment of high-dose protocols and low doses for routine head examinations carried out through performance analysis using the AAPM CT phantom performance, comparison of the value of GM conspicuity and Contrast to Noise Ratio (CNR) of the image of the patient as well as comparison of gray scale images through image histogram comparison phantom homogeneous and patient image histogram.

Results of analysis of the performance of the two protocols by assessing the accuracy of the CT number, noise, low contrast resolution and spatial resolution showed that high-dose protocol has better performance than low-dose protocol. Image with high-dose protocol has an average GM conspicuity of 0.3863 and CNR 7.0105, while the image with a low dose of 0.4144 and 6.2725 at CNR. Comparison of gray scale image of the protocol through the image histogram comparison homogeneous phantom and patient image shows that the image of a low-dose protocol has variation of intensity gray value that is wider than high-dose protocol.

Keywords: *Computed Tomography, scanning protocol, image quality, GM conspicuity, CNR.*

ABSTRAK

Penggunaan protokol pemindaian dengan dosis tinggi dan dosis rendah dalam pemeriksaan CT scan tentu mempengaruhi kualitas citra yang diperoleh. Karena pentingnya citra radiografi yang baik dalam penegakan diagnosa pasien secara tepat, maka dilakukan analisa mengenai kualitas citra yang diperoleh dari kedua protokol.

Penilaian kualitas citra dari protokol dosis tinggi dan dosis rendah untuk pemeriksaan kepala rutin dilakukan melalui analisa performa dengan menggunakan fantom AAPM CT performance, perbandingan nilai GM conspicuity dan Contrast to Noise Ratio (CNR) dari citra pasien serta perbandingan skala keabuan citra melalui perbandingan histogram citra fantom homogen dan histogram citra pasien.

Hasil analisa performa kedua protokol melalui penilaian keakuratan CT number, derau, resolusi kontras rendah dan resolusi spasial menunjukkan bahwa protokol dosis tinggi memiliki performa yang lebih baik dibanding protokol dosis rendah. Citra dengan protokol dosis tinggi memiliki rata-rata GM conspicuity sebesar 0,3863 dengan CNR 7,0105 sedangkan citra dengan dosis rendah sebesar 0,4144 dengan CNR sebesar 6,2725. Perbandingan skala keabuan citra dari kedua protokol melalui perbandingan histogram citra fantom homogen dan citra pasien menunjukkan bahwa citra protokol dosis rendah memiliki variasi nilai intensitas keabuan yang lebih lebar dibandingkan citra protokol dosis tinggi.

Kata kunci: *Computed Tomography, protokol pemindaian, kualitas citra, GM conspicuity, CNR.*

PENDAHULUAN

Computed tomography scanning (CT scan) merupakan modalitas yang banyak digunakan untuk menghasilkan citra radiografi tubuh bagian dalam (interna) dengan menggunakan paparan sinar X berenergi tinggi. Berdasarkan survei yang dilakukan

oleh Nationwide Evaluation of X-ray Trends (NEXT) pada tahun 2000, modalitas CT scan mengalami perkembangan yang pesat baik dari segi teknologi maupun penggunaannya dalam pemeriksaan radiodiagnostik bila dibandingkan dari survei sebelumnya yang dilakukan pada tahun 1990 [1].

Citra CT scan yang baik atau tidak diukur dalam parameter dan cara tersendiri yang sedikit berbeda dengan radiografi biasa. Kualitas citra CT scan biasanya dinilai berdasarkan parameter kontras, resolusi spasial, derau (*noise*) dan artefak pada citra yang diperoleh. Keunggulan CT scan yaitu mampu memvisualisasikan struktur dengan kontras rendah dalam suatu organ, yang sangat dipengaruhi oleh derau dan terkait dengan dosis (energi) radiasi. Semakin tinggi dosis yang diberikan, semakin sedikit derau yang muncul dan semakin mudah membedakan struktur dengan kontras rendah. Pada akhirnya, kualitas citra diagnostik yang dihasilkan pada dosis radiasi yang dapat diterima tubuh membutuhkan protokol yang didesain klinis sewajarnya [2].

Terdapat banyak *'tradeoff'* dalam kualitas citra dan sering kali perbedaan karakteristik kualitas citra saling dihubungkan. Perbedaan kegunaan citra secara klinis memiliki perbedaan kebutuhan kualitas citra diagnostik yang dapat diterima secara umum. Dalam upaya mengurangi dosis radiasi, efek penggunaan dosis rendah pada kualitas citra secara fisik dan kemampuan penggunaan dosis rendah dalam memberikan citra yang membawa informasi klinis harus dipertimbangkan [3].

CT scanning protocol merupakan suatu program perangkat lunak yang ditetapkan oleh vendor, dimana di dalamnya telah terdapat beberapa pengaturan dan parameter pemindaian untuk mendeskripsikan pemeriksaan CT yang dilakukan [4]. Perbedaan penggunaan besar dosis radiasi yang diberikan pada penggunaan protokol dosis tinggi dan dosis rendah tentu menghasilkan kualitas citra yang berbeda. Sebagai gambaran dari hubungan tersebut, untuk itu dilakukan penelitian mengenai bagaimana perbandingan kualitas citra CT scan pada protokol dosis tinggi dan dosis rendah untuk pemeriksaan kepala. Parameter kualitas citra medik dinilai melalui

perbandingan nilai *GM Conspicuity*, *Contrast to Noise Ratio* (CNR) serta histogram citra. Sedangkan kemampuan dari kedua protokol dalam menghasilkan citra yang baik dinilai melalui analisa performa citra yang dihasilkan dalam menunjukkan *CT number*, derau, resolusi kontras rendah, resolusi spasial serta histogram dari citra fantom.

DASAR TEORI

Kualitas citra medis memiliki perbedaan parameter penilaian berdasarkan jenis pemeriksaan dan kebutuhan. Secara umum, kualitas citra pada CT scan bergantung pada empat faktor dasar yaitu kontras, spasial resolusi, derau pada citra serta artefak. Derau muncul sebagai hasil fluktuasi *CT number*, pengukuran derau dapat dilakukan dengan menggunakan *Regions Of Interest* (ROI) pada citra yang dihasilkan dari pemindaian fantom homogen. Perhitungan nilai Standar Deviasi (SD) dari ROI pada citra dapat menjadi indikasi penyimpangan fluktuasi *CT number* yang berhubungan dengan derau. Semakin besar SD maka semakin tinggi derau pada citra [2].

Analisis citra CT scan dapat dilakukan melalui analisa kualitatif maupun kuantitatif. Analisa kualitatif dilakukan melalui hasil penilaian dari beberapa ahli mengenai citra bersangkutan. Untuk menganalisa citra secara kuantitatif dapat dilakukan melalui pengukuran nilai ROI pada beberapa titik di setiap citra, nilai ROI yang diperoleh dalam *Hounsfield Units* (HU) akan dapat digunakan untuk melihat kualitas citra melalui perbandingan nilai tingkat kecerahan bahan abu (*Gray Matter Conspicuity*) dan nilai perbandingan kontras terhadap derau (*Contrast to Noise Ratio* atau CNR). Cara untuk memperoleh nilai *GM Conspicuity* dan CNR tersebut yaitu dengan mengambil sedikitnya tiga titik ROI untuk masing-masing daerah bahan abu (*gray matter* atau GM) dan bahan putih (*white matter* atau WM) pada setiap citra, nilai ROI yang diperoleh kemudian dirata-rata dan dicari nilai standar deviasinya [5].

Nilai rata-rata ROI dan SD dari ROI yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan berikut :

$$GM\ Conspicuity = \frac{\text{mean GM HU} - \text{mean WM HU}}{\text{mean WM HU}} \quad (1)$$

Nilai perbandingan kontras terhadap derau pada citra atau CNR dapat diperoleh melalui persamaan berikut :

$$CNR\ HU = \frac{\text{mean GM HU} - \text{mean WM HU}}{[(SD\ GM\ HU)^2 + (SD\ WM\ HU)^2]^{1/2}} \quad (2)$$

Kualitas skala keabuan dari kedua citra dapat ditampilkan melalui grafik atau histogram skala keabuan dengan menggunakan perangkat lunak *ImageJ*. Histogram ini akan menampilkan jumlah pixel yang terdistribusi pada citra melalui sumbu Y untuk setiap level keabuan dari level tergelap (0) hingga ke paling terang (255) pada sumbu X. Terdapat beberapa nilai yang ditampilkan di bawah histogram yang dihasilkan yaitu *Count* yang mewakili nilai total pixel yang berhubungan dengan tingkat intensitas, *Mean* menunjukkan nilai rata-rata intensitas keabuan, *StdDev* merupakan standar deviasi menunjukan lebar perbedaan nilai intensitas citra, *Min* (0) dan *Max* (255) menunjukkan nilai minimum dan maksimum skala keabuan pada citra [6].

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Citra fantom didapat dengan melakukan pemindaian terhadap fantom *AAPM CT Performance* menggunakan pesawat *MSCT Somatom Sensations 64* dengan protokol pemindaian pemeriksaan kepala untuk dewasa (dosis tinggi) dan anak (dosis rendah). Digunakan masing-masing sepuluh citra sampel dari pemeriksaan pasien anak dan dewasa yang telah dilakukan di RS tempat dilakukannya penelitian. Perangkat lunak penampil dan pengolah citra menggunakan

Yakami dicom tools dan *imajeJ 1.48v*. Parameter pemindaian yang digunakan pada kedua protokol secara keseluruhan sama yaitu dengan tegangan tabung 120 kV dan faktor pitch 0,85, sedangkan arus tabung pada protokol dosis rendah 180 mAs dan pada protokol dosis tinggi 370 mAs.

Analisis Data

Citra fantom yang diperoleh dari kedua protokol dianalisa serta dibandingkan performa keduanya. Performa citra yang dianalisa meliputi keakuratan *CT number*, derau, resolusi kontras rendah serta resolusi spasial. Sedangkan citra yang diperoleh dari hasil pemeriksaan terhadap pasien anak dan dewasa dengan masing-masing protokol dianalisa dan dibandingkan kualitas citranya melalui perbandingan nilai *GM Conspicuity* dan *CNR*. Perbandingan skala keabuan citra dari kedua protokol dianalisa melalui histogram citra fantom homogen dan citra pasien menggunakan perangkat lunak *ImageJ* versi 1.48v.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Performa Protokol High Dose dan Protokol Low Dose Keakuratan CT Number

Nilai *CT number* yang ditampilkan pada tabel diambil dari nilai yang ditunjukkan oleh ROI pada setiap bahan. Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa *CT number* pada material yang dipindai dengan kedua protokol menunjukkan nilai rata-rata yang berbeda dari nilai *CT number* standar yang ditetapkan oleh pabrikan. Dengan tegangan tabung dan parameter lain yang sama, namun arus tabung berbeda, protokol dosis rendah dengan arus tabung sebesar 180 mAs menunjukkan SD nilai HU yang lebih besar jika dibandingkan SD nilai HU protokol dosis tinggi dengan 370 mAs, hal ini menunjukkan bahwa protokol dosis tinggi mampu menghasilkan nilai *CT number* yang lebih akurat.

Meskipun hasil pemindaian pada masing-masing protokol menunjukkan nilai *CT number* yang berbeda, nilai *CT number* pada *nylon*,

polycarbonate, polyethylene dan acrylic pada kedua protokol masih dalam nilai toleransi (<20%) dari nilai CT number yang ditetapkan oleh pabrikan. Hanya bahan polystyrene yang

menunjukkan pengukuran nilai CT number yang melebihi 20 % dari CT number yang ditetapkan oleh pabrikan [7].

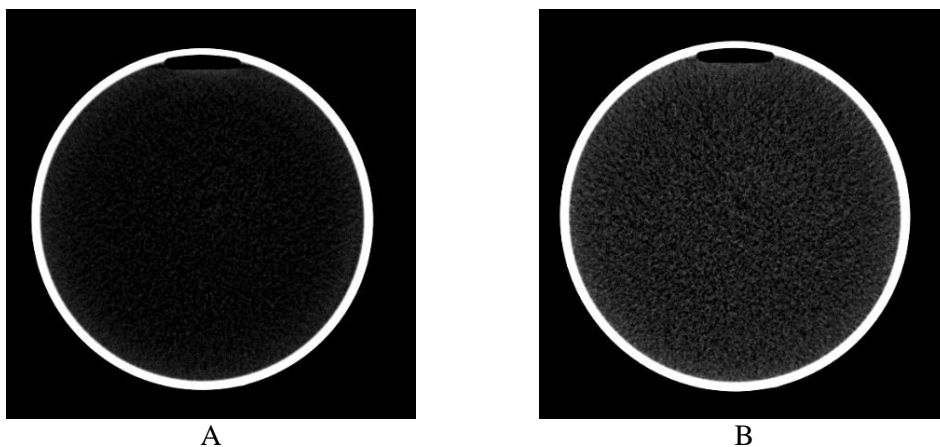
Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai HU Material Fantom AAPM Model 610-02

Material	HU Standar [8]	HU Protokol Dosis Tinggi	SD	HU Protokol Dosis Rendah	SD
Polystyrene	-24	-38,37	2,73	-36,48	4,15
Nylon	+92	+91,27	2,51	+93,39	4,78
Polycarbonate	+102	+103,71	1,87	+102,24	5,14
Polyethylene	-92	-85,42	2,68	-83,71	4,29
Acrylic	+120	+126,71	2,50	+129,07	5,06

Derau

Dengan menggunakan ROI berdiameter sekitar 150 mm, nilai HU citra A sebesar $-1,37 \pm 2,99$ HU sedangkan citra B $-0,71 \pm 5,56$ HU. Dari perbandingan nilai CT number, citra A yang dipindai dengan protokol dosis tinggi dengan $-1,37$ HU memiliki derau yang lebih

rendah jika dibandingkan dengan citra B yang menggunakan protokol dosis rendah dengan $-0,71$ HU. Banyaknya derau pada citra B dinilai melalui perbandingan besar nilai standar deviasi dari CT number kedua citra, citra B dengan standar deviasi sebesar 5,56 HU yang lebih tinggi dari citra A dengan standar deviasi 2,99 HU.



Gambar 1. Citra fantom air; A. dengan protokol dosis tinggi, B. dengan protokol dosis rendah.

Besar arus tabung yang berbeda pada kedua protokol menunjukkan adanya hubungan kesesuaian bahwa banyaknya derau yang muncul berbanding terbalik terhadap besar dosis radiasi yang digunakan, dimana arus tabung yang lebih besar menghasilkan derau yang lebih sedikit [4].

Resolusi Kontras Rendah

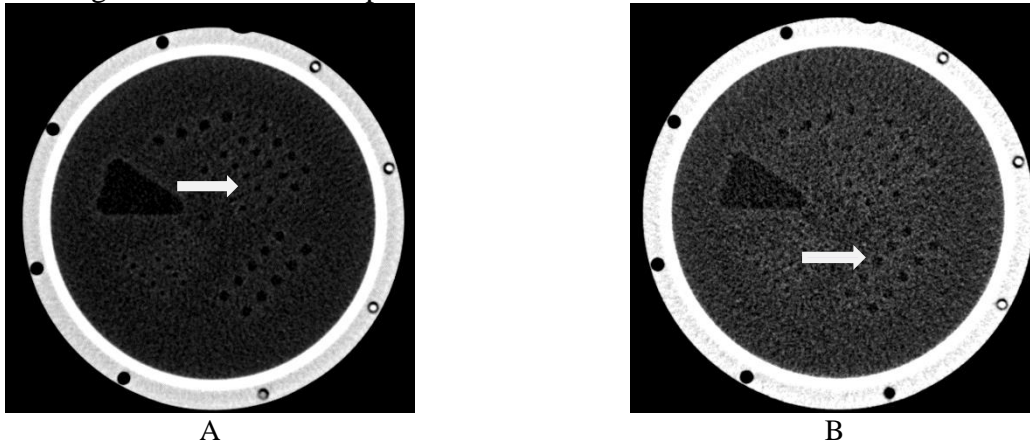
Pada penelitian ini dilakukan pemindaian terhadap fantom kontras rendah yang terdiri

dari lubang-lubang dengan densitas bahan sekitar 6-10 HU di atas nilai densitas air. Setiap lubang memiliki diameter 2,5 hingga 7,5 mm dengan kenaikan sebesar 0,5 mm [8].

Dapat dilihat dari Gambar 2, citra A mampu menampilkan lubang-lubang dengan diameter 7,5 mm hingga diameter 5 mm (ditunjukkan oleh tanda panah) dengan baik sedangkan lubang dengan diameter lebih kecil sudah tidak dapat ditampilkan dengan baik bentuk dan jumlahnya.

Pada citra B hanya mampu menampilkan lubang dengan diameter 7,5 mm hingga 6,5 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa protokol dengan dosis tinggi lebih mampu menampilkan kualitas citra dengan resolusi kontras rendah dengan lebih baik dibandingkan protokol dengan dosis rendah. Hal ini didukung oleh hasil analisa performa

derau yang menunjukkan bahwa citra protokol dosis rendah memiliki derau yang lebih banyak dari citra protokol dosis tinggi karena menggunakan nilai mAs yang lebih kecil sedangkan faktor parameter lainnya sama, sehingga kemampuan dalam menampilkan objek dengan resolusi kontras rendah kurang baik.



Gambar 2. Citra fantom kontras rendah; A. dengan protokol dosis tinggi, B. dengan protokol dosis rendah.

Resolusi Spasial

Resolusi spasial dinilai melalui kemampuan setiap protokol menampilkan objek berupa baris-baris yang terdiri atas lima

lingkaran dengan diameter lingkaran pada setiap baris meningkat dari 0,40, 0,50, 0,61, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50 hingga lingkaran dengan diameter terbesar 1,75 mm [8].



Gambar 3. Citra fantom resolusi spasial; A. dengan protokol dosis tinggi, B. dengan protokol dosis rendah.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa bentuk lingkaran dan jarak antar lingkaran hanya dapat dilihat dengan tegas pada baris pertama dengan diameter lingkaran 1,75 mm, sedangkan pada baris kedua dan seterusnya resolusi spasial objek lingkaran pada citra

masing-masing protokol tidak begitu terlihat. Jarak antar baris pada citra dengan protokol dosis tinggi maupun dosis rendah dapat dilihat dengan jelas. Resolusi spasial sangat dipengaruhi oleh nilai tegangan tabung, semakin tinggi tegangan tabung maka kemampuan menunjukkan resolusi

objek dengan kontras tinggi semakin mudah. Pada tegangan tabung yang sama, hasil analisa performa resolusi spasial dari citra kedua protokol menunjukkan performa resolusi spasial yang hampir sama dalam menampilkan ketegasan jarak dan bentuk objek lingkaran pada fantom.

Perbandingan GM Conspicuity dan CNR Citra Pasien

Dosis yang kecil akan menyebabkan banyak derau pada citra sehingga resolusi kontras citra menurun. Baik *GM conspicuity* maupun CNR sangat dipengaruhi oleh banyaknya derau pada citra. Semakin kecil *GM conspicuity* maka semakin mudah membedakan GM dan WM. Nilai CNR yang kecil disebabkan banyaknya derau pada citra

menjadi indikasi rendahnya nilai kontras resolusi, sedangkan nilai CNR yang besar menunjukkan derau yang sedikit sehingga resolusi kontras citra semakin baik. Dengan nilai *GM conspicuity* yang lebih kecil, citra pasien dewasa memiliki CNR yang lebih besar karena tingkat kecerahan skala keabuan GM rendah sehingga dapat dibedakan dengan mudah terhadap WM. Pada citra pasien anak *GM conspicuity* yang besar menyebabkan bahan abu dan bahan putih pada citra sulit dibedakan sehingga menghasilkan nilai CNR yang lebih kecil. Meskipun perbedaan nilai *GM conspicuity* dan CNR dari kedua citra tidak begitu besar, namun hasil ini tetap menunjukkan bahwa citra pasien dewasa dengan protokol dosis tinggi mampu menampilkan kualitas citra yang lebih baik dibanding citra pasien anak dengan protokol dosis rendah.

Tabel 2. Nilai CNR dan *GM Conspicuity* citra pasien dewasa dengan protokol dosis tinggi

Pasien	GM (HU)	SD	WM (HU)	SD	<i>GM Conspicuity</i>	CNR
D1	44,2	0,837	31,2	1,923	0,417	6,199
D2	44,6	1,516	33	1,225	0,351	5,952
D3	44,6	0,548	33,6	1,342	0,327	7,588
D4	44,6	1,140	31,2	0,837	0,429	9,475
D5	44	1,225	32,2	1,483	0,366	6,135
D6	43,4	1,517	31,6	1,673	0,373	5,225
D7	45,2	0,837	31,8	0,949	0,421	10,589
D8	43,4	1,516	31,8	1,304	0,365	5,809
D9	44	1,581	30,8	1,483	0,428	6,089
D10	43,8	1,304	31,6	1,140	0,386	7,044

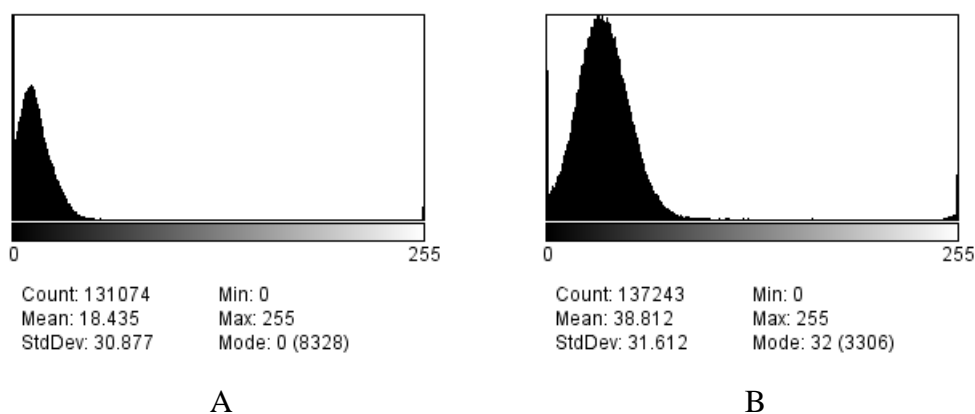
Tabel 3. Nilai CNR dan *GM Conspicuity* citra pasien anak dengan protokol dosis rendah

Pasien	GM (HU)	SD	WM (HU)	SD	<i>GM Conspicuity</i>	CNR
A1	34	1,581	22,8	1,483	0,491	5,167
A2	41,6	2,074	28	1,225	0,486	5,646
A3	41,6	1,140	30,2	0,837	0,342	8,061
A4	38,8	0,837	29	1,225	0,338	6,605
A5	43,2	1,095	30,2	1,304	0,430	7,635
A6	38,2	1,643	28,8	1,095	0,326	5,098
A7	37,8	1,483	25,2	0,837	0,500	7,399
A8	44	1,581	31	1,581	0,419	5,814
A9	42,4	2,191	30,2	1,643	0,404	4,455
A10	44,2	1,095	31,4	1,516	0,408	6,845

Perbandingan Histogram Citra

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa kedua citra (gambar 1) memiliki nilai total jumlah pixel yang terhitung (*count*) pada setiap citra berbeda. Citra A memiliki histogram dengan rata-rata intensitas keabuan (*mean*) sebesar 18,435, sedangkan citra B dengan rata-rata intensitas keabuan sebesar 38,812. Hal ini disebabkan karena citra A menampilkan derajat kehitaman yang lebih tinggi dibanding citra B sehingga citra A memiliki skala keabuan yang sempit dengan intensitas yang tinggi pada setiap level keabuan mendekati nol. Standar deviasi (*Std Dev*) citra A didapat sebesar 30,877 sedang citra B sebesar 31,612, hal ini menunjukkan bahwa citra A memiliki variasi nilai intensitas skala keabuan yang

lebih sedikit dibanding citra B karena skala keabuan citra A lebih homogen dari citra B. Nilai *min* dan *max* kedua citra sama yaitu 0 dan 255 yang menunjukkan nilai terkecil dan terbesar dari skala keabuan pada citra sama. Sedangkan *mode* menunjukkan nilai intensitas pixel pada puncak tertinggi yang diperoleh pada citra A yaitu pada level 0 dengan jumlah intensitas 8328 sedang citra B pada level 32 dengan intensitas pixel 3306, hal ini menunjukkan citra A lebih banyak menampilkan keseragaman pada level 0. Histogram A juga menunjukkan bahwa citra dengan protokol dosis tinggi mampu menampilkan bahan dengan kontras subjek rendah (derajat kehitaman mendekati nol) dengan baik.



Gambar 5. Histogram citra fantom air (Gambar 1); A. dengan protokol dosis tinggi, B. dengan protokol dosis rendah.

Tingginya *mean* dan standar deviasi dari citra B dipengaruhi oleh banyak derau yang muncul pada citra sehingga menurunkan keseragaman level keabuan dari citra itu sendiri. Rendahnya densitas citra dipengaruhi oleh intensitas sinar X setelah menembus bahan yang dapat diterima oleh detektor, semakin besar intensitas sinar yang mencapai detektor maka semakin baik densitas citra yang dapat diperoleh, dan semakin sedikit derau yang muncul pada citra. Berdasarkan hasil yang diperoleh, pada histogram citra fantom homogen yang dipindai dengan kedua protokol dapat dikatakan bahwa skala keabuan citra dengan protokol dosis tinggi memiliki

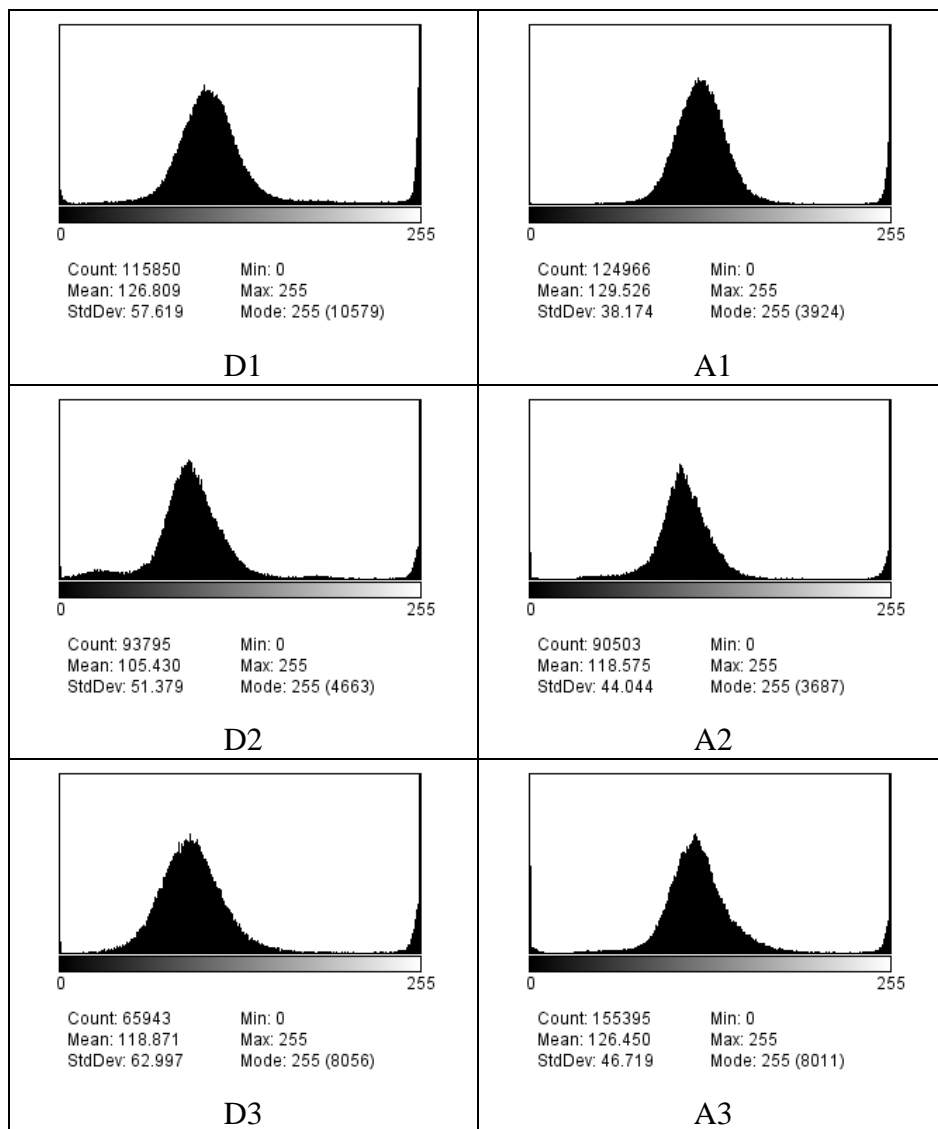
nilai rata-rata dan variasi nilai intensitas level keabuan yang lebih kecil dibandingkan dengan citra dengan protokol dosis rendah.

Pada perbandingan histogram citra pasien (Gambar 6) dapat dilihat bahwa pada histogram citra pasien anak (A) dan dewasa (D) sama-sama memiliki histogram yang lebih lebar dibandingkan citra fantom homogen (Gambar 1), hal ini dikarenakan citra pasien menampilkan bahan dengan kontras subjek yang berbeda-beda sehingga memiliki rentang skala keabuan yang lebih lebar.

Bila kita bandingkan histogram dari kelompok citra pasien anak dan histogram dari kelompok citra pasien dewasa saja, nilai *min*, *max*

dan *mode* yang diperoleh pada semua citra sama. Nilai *count*, *mean* dan *std dev* yang diperoleh berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh berbedanya karakteristik jaringan dan ukuran objek pada setiap pasien serta faktor paparan yang digunakan sehingga mempengaruhi level keabuan yang dihasilkan oleh citra. Citra pasien anak menunjukkan nilai *mean* dan standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan citra pasien dewasa, hal ini menunjukkan variasi nilai intensitas pada setiap level keabuan pada citra pasien anak

lebih sedikit, hal ini juga menunjukkan bahwa kemampuan citra dalam menampilkan bahan dengan kontras subjek rendah (derajat kehitaman tinggi) kurang baik. Kurangnya kemampuan citra dalam menampilkan bahan dengan kontras subjek yang rendah disebabkan karena penggunaan arus tabung yang lebih kecil sehingga muncul banyak derau. Derau yang muncul pada citra menurunkan tingkat kecerahan keabuan bahan dan menyebabkan bahan-bahan dengan kontras subjek yang rendah sulit dibedakan serta terlihat lebih seragam.



Gambar 6. Sampel histogram citra pasien; D1-3 histogram citra pasien dewasa, A1-3 histogram citra pasien anak

Pada akhirnya, hasil analisa mengenai perbandingan kualitas citra yang dihasilkan masing-masing protokol baik dari hasil analisa performa dengan fantom *AAPM CT Performance*, hasil perbandingan nilai *GM Conspicuity* dan CNR serta perbandingan histogram citra dari kedua protokol secara keseluruhan menunjukkan bahwa protokol dosis tinggi mampu menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dari protokol dosis rendah terutama dalam menampilkan bahan yang memiliki kontras subjek yang rendah. Citra fantom dan citra pasien dewasa dengan protokol dosis tinggi memiliki derau yang lebih sedikit, dan mampu menampilkan detail citra dengan lebih baik. Meskipun protokol dosis rendah tidak dapat menampilkan citra fantom dan citra pasien anak dengan kualitas yang sama dengan protokol dosis tinggi, penggunaan dosis radiasi yang rendah pada pasien anak dan mencegah resiko radiasi merupakan hal yang patut dipertimbangkan dalam pemeriksaan CT scan terutama pada anak-anak.

KESIMPULAN

Hasil analisa performa kedua protokol yang meliputi analisa keakuratan CT number, derau, resolusi kontras rendah dan resolusi spasial menunjukkan bahwa protokol dosis tinggi memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan protokol dosis rendah.

Pada sampel citra pasien, citra pasien dewasa dengan protokol dosis tinggi memiliki rata-rata nilai *GM conspicuity* sebesar 0,3863 sedangkan citra pasien anak-anak dengan protokol dosis rendah memiliki rata-rata nilai *GM conspicuity* sebesar 0,4144. Rata-rata nilai CNR citra pasien dewasa dengan protokol dosis tinggi sebesar 7,0105, dan rata-rata nilai CNR citra pasien anak dengan protokol dosis rendah sebesar 6,2725.

Pada perbandingan skala keabuan citra fantom homogen dengan histogram, variasi nilai intensitas skala keabuan citra protokol

dosis tinggi memiliki standar deviasi yang lebih kecil yaitu 30,877 sedangkan standar deviasi citra protokol dosis rendah dengan standar deviasi 31,612. Pada perbandingan skala keabuan citra pasien, citra pasien dewasa menunjukkan distribusi variasi level keabuan yang lebar dengan nilai standar deviasi dan *mean* yang lebih tinggi dari citra pasien anak. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik bahan, ukuran objek serta besar dosis yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stern S. H, Freier W, Farris K, Gantt A, Matkovich B, Nakasone J, Neal J, Scott R, Spohrer M. A, 2007, *Tabulation and Graphical Summary of 2000 Survey of Computed Tomography*. Nationwide Evaluation of X-Ray Trends, Kentucky, CRCPD Inc.
- [2] Goldman. Lee W., 2007, *Prinsiples of CT: Radiation Dose And Image Quality*, Journal of Nuclear Medicine Technology.
- [3] McNitt-Gray M.F, 2006, *Tradeoffs in CT Image Quality and Dose*, The International Journal of Medical Physics and Practice Volume 33, AAPM.
- [4] Chair Diana D.C, Fisher T.S, Gress D.A, Layman R.R, McNitt-Gray M.F, Pizzutiello R.J, Fairbent L.A, 2013, *Medical Physics Practise Guideline 1.a: CT Protocol Management and Review Practice Guideline*, Journal of Aplied Clinical Medical Physics Vol.14 No.05, AAPM.
- [5] Mullins E. M, Lev M. H, Bove P, O'Reillyn C. E, Saini S, Rhea J. T, Thrall J. T, Hunter G. J, Hamberg L. M, Gonzalez R. G, 2004, *Comparison of Image Quality Between Conventional and Low-Dose Nonenhanced Head CT*, American Journal of Neuroradiology.
- [6] Seletchi E.D, Dului O.G., 2006, *Image Processing and Data Analysis in Computed Tomography*, University of Bucharest Romania.

- [7] Hendee.W.R., Ritenouer E. R., 2002, *Medical Imaging Physics Fourth Edition*, Willey-Liss, New York.
- [8] CIRS, 2012, *AAPM CT Performance Phantom Model 610: User Guide*. CIRS Inc, Virginia.