

ANALISIS KUALITAS GAMBAR ANTARA REKONSTRUKSI DAN REFORMAT MSCT THORAX PADA KASUS TUMOR PARU

ANALYSIS OF IMAGE QUALITY BETWEEN MSCT THORAX RECONSTRUCTION AND REFORMAT ON LUNG TUMOR CASE

Alfian Yusuf A.R¹⁾, Yeti Kartikasari²⁾, Dartini³⁾
^{1,2,3)} Health Polytechnics of Semarang-Indonesia
 e-mail : alfianyusuf48@gmail.com

ABSTRACT

Background: A CT Scan of thorax on tumor case is used to obtain information about the image quality on axial part of thorax and to determine the types of lesion. In the process, there were two techniques that often used. The techniques used was reconstruction technique and reformat technique. Reconstruction technique and reformat technique have a difference in the process of producing an image. This study aims to tell the image quality between MSCT thorax reconstruction and reformat on axial part of thorax on lung tumor case and to know which image quality better between MSCT thorax reconstruction and reformat on axial part of thorax on lung tumor case.

Methods: The study was quantitative descriptive research. Subjects of this research was three patients. Image quality assessed by three radiology physician using reconstruction and reformat technique. Data was analyzed by statistical test using wilcoxon test. Ho was received when $p \geq 0,05$. It means that there were differences of image quality between MSCT thorax reconstruction and reformat on lung tumor case.

Results: The results of the research based on statistical test were there was the difference of MSCT thorax between reconstruction and reformat on lung tumor case with the result of Wilcoxon test was 0,001 ($p < 0,05$). The test results mean rank value of reconstruction was 18,7 and mean rank value of reformat was 14,93.

Conclusion: Based on this assessment, so reconstruction method was chosen as standard operational procedure for examination.

Keywords: image quality, reconstruction, reformat, MSCT thorax

PENDAHULUAN

Computed tomography scanning (CT Scan) merupakan salah satu sarana penunjang penegakan diagnosa yang menggunakan gabungan dari sinar-X dan komputer untuk mendapatkan citra atau gambar berupa variasi potongan tubuh manusia. Salah satu pemeriksaan CT Scan adalah CT *thorax* (Seeram, 2001).

Thorax merupakan suatu rongga yang berbentuk kerucut yang dibatasi oleh tulang sejati dan tulang rawan. Pada bagian inferior lebih lebar dari pada bagian superior dan pada bagian posterior lebih panjang dari pada bagian anterior. Pemeriksaan CT Scan *thorax* merupakan pemeriksaan secara radiologi untuk mendapatkan informasi anatomi potongan atau penampang melintang dari *thorax* (Rasad, 2000). Didalam pemeriksaan CT Scan *thorax* biasanya dilakukan rekonstruksi dan reformat yang bertujuan untuk menentukan derajat overlap dari potongan untuk meningkatkan kualitas gambar tetapi dengan konsekuensi meningkatkan waktu untuk memproses gambar dan kebutuhan penyimpanan gambar (Seeram, 2001).

Rekonstruksi merupakan proses membangunnya kembali matrix dengan teknik matematik yang dikerjakan oleh komputer, dari proses pengambilan data dari pasien dan ditangkap oleh detektor untuk mendapatkan data *analog* dan kemudian diubah menjadi data *digital* berupa *atenuasi* atau *raw data*. Untuk menjadi sebuah gambar, dari *raw data* kemudian direkonstruksi dengan *filter kernel* dan *back projection* kedalam matriks gambar, matriks gambar terdiri dari *picture element* atau *pixel*. Sedangkan reformat dilakukan dengan alur dari akuisisi data yaitu melalui proses

pengambilan data dari pasien dan ditangkap oleh detector untuk mendapatkan data *analog* dan kemudian diubah menjadi data *digital* berupa *atenuasi* atau *raw data*. Dalam mendapatkan sebuah citra reformat, harus mengalami proses rekonstruksi terlebih dahulu. Salah satu reformat pada CT scan adalah *Multi Planar Reformating (MPR)* dua dimensi didapatkan (Brink et al.1994).

Berdasarkan latar belakang diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan antara rekonstruksi dan reformat pada pemeriksaan MSCT *thorax* kasus tumor paru ditinjau dari kualitas informasi gambaran yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan dituang ke dalam suatu penelitian yang berjudul "Perbedaan Kualitas Informasi Gambar Antara Rekonstruksi dan Reformat MSCT *Thorax* Potongan *Axial* pada Kasus Tumor Paru".

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Dengan pengambilan data yang dilakukan pada bulan Juni sampai dengan bulan Juli 2016 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Haji Surabaya. Populasi dan sampel penelitian adalah seluruh pasien CT Scan *thorax* dengan potongan Axial pada kasus tumor dari 3 orang voluntir, dengan dinilai 3 radiolog di RSU haji Surabaya

Analisis data mengenai perbedaan antara rekonstruksi dan reformat pada pemeriksaan MSCT *thorax* kasus tumor paru yang telah dilakukan uji statistik dengan aplikasi SPSS 22 menggunakan uji beda *wilcoxon*, karena data berupa ordinal untuk mengetahui tingkat perbedaan Perbedaan Kualitas

Informasi Gambar. Antara Rekonstruksi dan Reformat nilai $\alpha=0,05$ ($p<0,05$), nilai *mean rank* dari uji *Wilcoxon* untuk mengetahui informasi citra yang lebih baik.

HASIL

Karakteristik Sampel

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemeriksaan terhadap 3 pasien kasus patologi tumor melalui CT Scan Thorax pada potongan axial dengan batas apex sampai diafragma. Masing-masing pasien mendapat dua jenis perlakuan yaitu pemindaian dengan metode rekonstruksi dan reformat pada bagian yang sama. Penilaian dilakukan oleh 3 orang dokter radiologi untuk mengetahui informasi citra dari lima kategori yang dievaluasi. Alat pengumpulan data yang digunakan adalah kuisioner untuk memperoleh kriteria anatomi yang paling optimal terhadap hasil CT Scan Thorax. Masing-masing kuisioner berisi 5 kriteria ketajaman gambar, artefak, batas gambar, anatomi, dan patologi. Dari hasil pengujian langsung diperoleh kriteria dari 3 pasien sebagai berikut:

- Deskripsi sampel berdasarkan Jenis Kelamin
Berikut merupakan tabel deskripsi sampel berdasarkan jenis kelamin dalam penelitian ini.

Tabel 1 Karakteristik Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis kelamin	Jumlah	Persen
Perempuan	1	33,33%
Laki-laki	2	66,66%
Total	3	100%

Sumber : Data primer

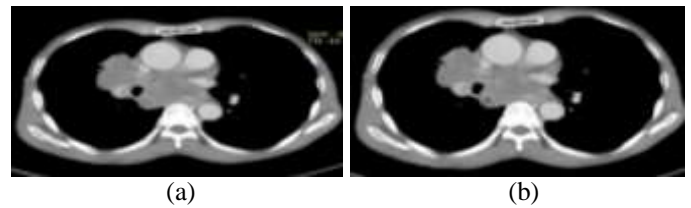
- Deskripsi sampel berdasarkan jumlah dokter
Sementara itu responden meliputi 3 dokter spesialis radiolog yang bertugas di RSUD Haji Surabaya Informasi yang diperoleh dari responden merupakan data utama dalam penelitian ini.

Tabel 2 Karakteristik Responden

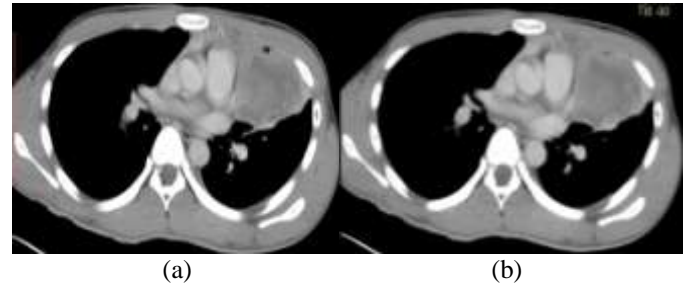
Responden	Pendidikan terakhir	Masa bekerja
1	Sp.Rad (K)	12 tahun
2	Sp.Rad	10 tahun
3	Sp.Rad	18 tahun

Dari 3 pasien yang diperiksa melalui CT Scan Thorax, diperoleh 3 citra dalam bentuk potongan axial dengan irisan 8mm pada masing-masing gambar. Semua gambar yang diambil difokuskan pada letak tumor dengan metode rekonstruksi dan reformat.

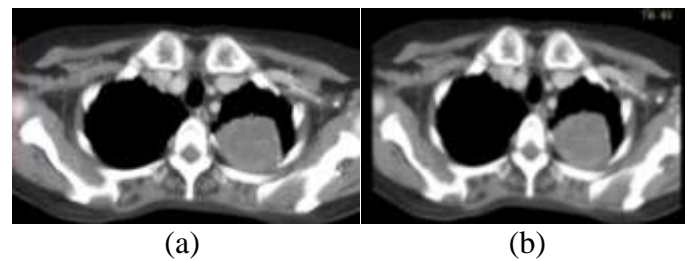
Masing-masing kuisioner terdiri dari 5 bagian citra yang digunakan untuk menilai kualitas gambar berdasarkan rekonstruksi dan reformat seperti pada tabel 3. Seluruh bagian citra meliputi penilaian dengan rentang anatomi 1 sampai 3 sehingga nilai minimal per 1 responden 15 dan maksimal per 3 responden 45.



Gambar 1. Hasil citra radiograf pada pasien pertama dengan metode rekontruksi (a) dan reformat (b) setinggi thorakal II



Gambar 2. Hasil citra radiograf pada pasien kedua dengan metode rekontruksi (a) dan reformat (b) setinggi thorakal VIII



Gambar 3. Hasil citra radiograf pada pasien ketiga dengan metode rekontruksi (a) dan reformat (b) setinggi thorakal VIII

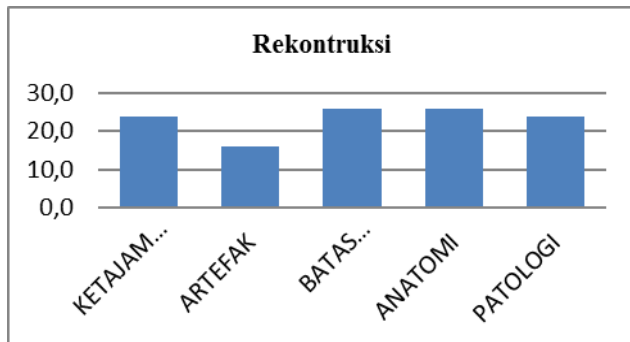
Tabel 3. nilai kualitas gambar metode rekontruksi

Citra yang dinilai	Nilai Kualitas Citra Rekontruksi									
	PASIE 1			PASIE 2			PASIE 3			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	Jumlah
KETAJAMAN	3	3	2	3	3	2	3	3	2	24,0
ARTEFAK	1	2	1	2	2	2	2	2	2	16,0
BATAS GAMBAR	3	3	3	2	3	3	3	3	3	26,0
ANATOMI	3	3	3	3	3	3	3	3	2	26,0
PATOLOGI	2	3	3	2	3	3	3	3	2	24,0

Berdasarkan tabel 3 diperoleh penilaian terhadap citra anatomis CT Scan Thorax dengan metode rekonstruksi pada mediastinum window oleh 3 dan gambar diagram batang metode rekontruksi :

- Jumlah nilai citra untuk ketajaman dari pasien ke-1 sampai ke-3 adalah sebesar 24,0.
- Jumlah nilai citra untuk artefak dari pasien ke-1 sampai ke-3 adalah sebesar 16,0.
- Jumlah nilai citra untuk batas gambar dari pasien ke-1 sampai pasien ke-3 adalah sebesar 26,0.

- Jumlah nilai citra untuk anatomi dari pasien ke-1 sampai pasien ke-3 adalah sebesar 26,0.
- Jumlah nilai citra untuk patologi dari pasien ke-1 sampai pasien ke-3 sebesar 24,0.

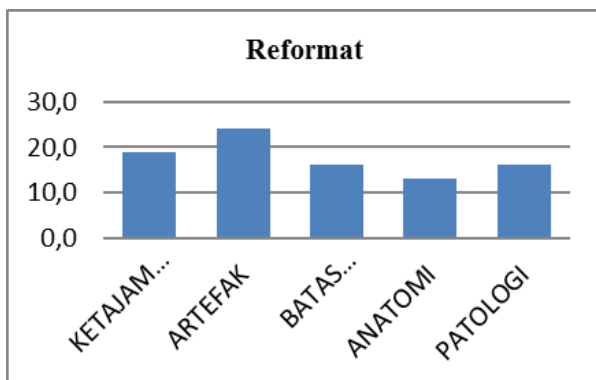


Gambar 4. Diagram jumlah citra yang dinilai metode rekontruksi CT Scan thorax kasus tumor

Apabila diperhatikan dari hasil penilaian di atas, dan dilihat dari gambar 4 bisa terlihat jumlah nilai yang tertinggi pada citra yang dinilai batas gambaran, dan anatomi. Jumlah nilainya dari kedua citra yang tinggi masing-masing bernilai untuk yang batas gambar sebesar 26 dan untuk anatomi nilainya sebesar 26.

Tabel 4. niali kualitas gambar reformat

Citra yang dinilai	Nilai Kualitas Citra Reformat									Jumlah
	PASIE									
	N 1			PASIE 2			PASIE 3			
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
KETAJAMAN	2	2	2	3	2	2	2	2	2	19,0
ARTEFAK	3	2	2	2	3	3	3	2	3	24,0
BATAS GAMBAR	1	1	1	2	2	2	3	2	2	16,0
ANATOMI	1	2	1	2	2	1	2	1	1	13,0
PATOLOGI	2	2	1	2	2	1	3	2	1	16,0



Gambar 5. Diagram jumlah citra yang dinilai metode reformat CT Scan Thorax Paru-paru.

Dari tabel 4 dapat dilihat penilaian terhadap citra anatomis CT Scan thorax dengan metode reformat pada mediastinum window yang dilakukan oleh 3 orang responden

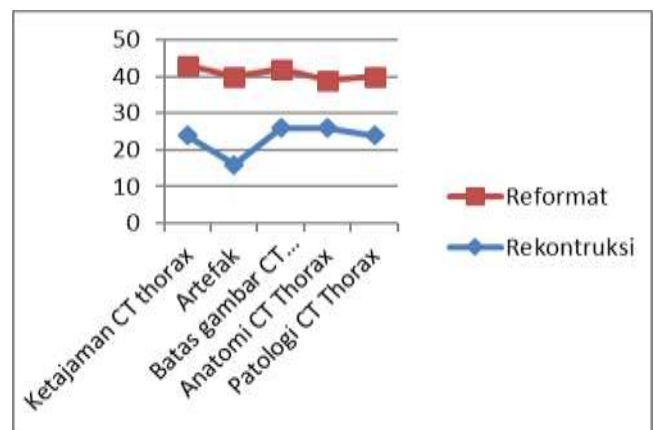
radiolog didapatkan hasil dari nilai ketajaman, artefak, batas gambar, patologi dan anatomi sebagai berikut :

- Jumlah nilai citra untuk ketajaman dari pasien ke-1 sampai ke-3 adalah sebesar 19,0
- Nilai nilai citra untuk artefak dari pasien ke-1 sampai ke-3 adalah sebesar 24,0.
- Nilai nilai citra untuk batas gambar dari pasien ke-1 sampai pasien ke-3 adalah sebesar 16.
- Nilai nilai citra untuk anatomi dari pasien ke-1 sampai pasien ke-3 adalah sebesar 13,0.
- Nilai nilai citra untuk patologi dari pasien ke-1 sampai pasien ke-3 adalah sebesar 16,0

Apabila diperhatikan dari hasil penilaian di atas, dan dilihat dari gambar 5 dengan metode reformat bisa terlihat jumlah nilai yang tertinggi pada citra yang dinilai artefak, dan ketajaman. Jumlah nilainya dari kedua citra yang tinggi masing-masing bernilai untuk yang artefak sebesar 26 dan untuk ketajaman sebesar

Tabel 5. tabulasi rata-rata penilaian responden terhadap citra tumor pada CT Scan thorax dengan metode rekontruksi dan reformat

No	Rekontruksi	Reformat	Citra yang dinilai
1	24,0	19,0	Ketajaman
2	16,0	24,0	Artefak
3	26,0	16,0	Batas gambar
4	26,0	13,0	Anatomi
5	24,0	16,0	Patologi



Gambar 6. Grafik nilai rata-rata citra yang dinilai dari metode rekontruksi dan reformat

Dari tabel 5 dapat dilihat rata-rata penilaian responden terhadap rekontruksi dan reformat tersebut bahwa metode rekontruksi dan reformat nilai rata-rata dari penilaian 3 responden sebagai berikut, pada citra yang dinilai pada ketajaman dengan metode rekontruksi 24,0, sedangkan pada citra yang dinilai untuk ketajaman pada reformat 19,0. Citra yang dinilai artefak pada metode rekontruksi 16,0, sedangkan citra yang dinilai artefak pada metode reformat nilainya 24,0. Citra yang dinilai untuk batas gambar pada

metode rekontruksi nilainya 26,0 sedangkan pada reformat nilainya 16,0. Citra yang dinilai pada anatomi pada metode rekontruksi bernilai 26,0, sedangkan pada reformat bernilai 13,0. Citra yang dinilai patologi pada metode rekontruksi bernilai 24,0, sedangkan pada reformat nilai yang diperoleh 16,0.

Perbedaan kualitas informasi gambaran patologi antara Rekontruksi dengan Reformat potongan axial pada pemeriksaan Thorax terhadap kualitas gambar anatomis.

Uji beda dilakukan pada gambaran anatomi antara rekontruksi dan reformat potongan axial pada pemeriksaan thorax terhadap kualitas anatomis secara general atau secara menyeluruh dengan membandingkan citra ketajaman, artefak, batas gambar, anatomi, dan patologi dengan menggunakan uji beda menggunakan metode *wilcoxon*. Berdasarkan uji beda *wilcoxon* yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil uji beda *wilcoxon* gambaran anatomi antara rekontruksi dan reformat CT thorax Paru-paru

CT Scan Thorax axial	<i>Asymp.sig.(2-tailed)</i>
Rekontruksi dan Reformat	0,001

Dengan *p* value sebesar 0,001, artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas informasi gambaran patologi rekontruksi dan reformat potongan axial pada pemeriksaan CT Scan thorax terhadap kualitas anatomis.

Kualitas informasi gambaran patologi yang terbaik antara rekontruksi dan reformat potongan axial dengan pemeriksaan CT Scan Thorax terhadap kualitas gambar anatomis

Untuk menilai gambaran yang terbaik antara rekontruksi dan reformat potongan axial dengan pemeriksaan CT Scan Thorax terhadap kualitas gambaran anatomis dapat dilihat dari *mean rank* hasil uji beda *wilcoxon* yang telah dilakukan. Nilai *mean rank* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. nilai *mean rank* dari hasil uji beda *wilcoxon* gambaran yang terbaik antara rekontruksi dan reformat CT thorax Paru-paru

CT Scan thorax Axial	Mean Rank
Rekontruksi	18,17
Reformat	14,93

Dengan nilai *mean rank* dari hasil uji beda *wilcoxon* gambaran yang terbaik antara metode rekontruksi dan reformat sebesar nilai rekontruksi 18,17, sedangkan nilai reformat sebesar 14,93 Dengan nilai *mean rank* dari hasil uji beda *wilcoxon* gambaran yang terbaik antara metode rekontruksi dan reformat sebesar nilai rekontruksi 18,17, sedangkan nilai reformat sebesar 14,93

DISKUSI

Perbedaan kualitas gambar antara rekontruksi dan reformat MSCT thorax pada kasus tumor paru.

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik *wilcoxon* menyatakan ada perbedaan yang signifikan untuk kualitas citra ketajaman, batas gambar, anatomi, patologi, dan artefak pada potongan *axial* metode rekontruksi dan reformat, dengan nilai kemaknaan (*p-value*) pada kriteria ketajaman 0,025, batas gambar 0,15, anatomi 0,006, patologi 0,023, dan artefak 0,011, menunjukkan bahwa H_0 diterima, tidak ada perbedaan yang signifikan untuk rekontruksi dan reformat pada pemeriksaan CT scan thorax kasus tumor paru.

Pada uji beda *Wilcoxon* informasi citra secara keseluruhan menyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada informasi citra untuk kriteria secara keseluruhan dengan *p-value* 0.005 ($p < 0.05$) pada potongan *axial* rekontruksi dan reformat pemeriksaan CT Scan thorax dengan menggunakan metode tersebut.

Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa gambar hasil rekontruksi lebih baik daripada gambar reformat. Gambar rekontruksi diperoleh dari beberapa tahap proses. Pada tahap awal, memperoleh raw data sebagai data awal, proses dari sinyal listrik ditangkap oleh detektor, proses algoritma, proses transform *fourier*, dan interpolasi yang diubah menjadi image data. Penelitian ini menemukan bahwa citra gambar yang dihasilkan dari metode rekontruksi memiliki kualitas tinggi, baik dari segi ketajaman gambar, batas gambar beresolusi tinggi, anatomi yang jelas, hasil penelitian ini didukung juga dengan teori yang menyatakan bahwa betuk dari filter berpengaruh terhadap resolusi parsial. Filter tulang memiliki spatial paling baik dan filter jaringan lunak mempunyai resolusi spatial lebih rendah (Bushreg,203) serta patologi yang jelas khususnya pada kasus tumor.

Sementara itu, gambar reformat diperoleh dari image data hasil dari rekontruksi dan diubah menjadi menjadi gambar yang lebih halus. Menariknya, metode reformat lebih jarang digunakan pada potongan axial oleh para radiografer (responden) di lokasi penelitian. Metode reformat hanya memiliki satu kelebihan, yaitu citra artefak yang lebih halus daripada gambar rekontruksi, karena spasial resolusi yang dimilikinya lebih rendah sehingga mempengaruhi nilai artefaknya (Romans, 2011).

Kualitas Gambaran yang terbaik antara rekontruksi dengan reformat MSCT thorax pada kasus tumor paru.

Informasi citra yang lebih baik pada CT Scan thorax potongan axial dengan menggunakan metode rekontruksi dan reformat didapatkan nilai *mean rank* pada uji non parametrik *wilcoxon* dan didukung dari perhitungan tabulasi per kriteria informasi citra.

Ketajaman

Dari segi nilai tabulasi silang kriteria ketajaman pada kualitas gambar metode rekontruksi 24,0 dan pada ketajaman pada gambar dengan metode reformat 19,0. Sedangkan pada hasil uji beda *wilcoxon* pada ketajaman pada metode rekontruksi memiliki nilai *mean rank* lebih tinggi dari pada nilai *mean rank* metode reformat yaitu sebesar 3.00. dapat dilihat bahwa metode rekontruksi lebih unggul. Menurut

penulis, hal tersebut dikarenakan faktor ketajaman lebih jelas menampilkan tumor paru-paru pada CT Scan thorax.

irisan axial dapat menampilkan kelainan pada struktur mediastinum seperti trachea, esophagus, aorta, dan vena cava superior, dalam kasus tertentu irisan axial dapat menunjukkan hubungan antara massa mediastinum dan struktur seperti jantung, aorta, pleura, atau diafragma (Naidich, et al., 2007)

Batas gambar

Pada kriteria batas gambar pada metode rekonstruksi dan reformat, hasil uji wilcoxon menunjukkan nilai *mean rank* pada citra batas gambar di metode rekonstruksi lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *mean rank* reformat sebesar 4,00. Menurut penulis perbedaan tersebut diakibatkan dari pengaruh dari spasial resolusi. Menurut (Seeram, 2001) kemampuan untuk dapat membedakan obyek yang berukuran kecil dengan densitas yang berbeda pada latar belakang yang sama.

Anatomi

Pada kriteria anatomi pada metode rekonstruksi dan reformat, hasil uji wilcoxon menunjukkan nilai *mean rank* pada citra anatomi di metode rekonstruksi lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *mean rank* reformat sebesar 5,00. Karena anatomi pada metode rekonstruksi lebih tampak jelas dalam menampilkan struktur organ-organ yang ada pada thorax di bandingkan dengan metode reformat.

Menurut Seeram (2001) dan Bushberg (2003), kontras resolusi adalah kemampuan untuk membedakan suatu penampakan obyek-obyek dengan perbedaan densitas yang sangat kecil yang dipengaruhi oleh faktor eksposi, FOV, rekonstruksi algoritma/filter kernel.

Patologi

Dari segi nilai tabulasi silang kriteria patologi pada kualitas gambar pada metode rekonstruksi 24,0 dan patologi pada gambar dengan metode reformat 16,0. Sedangkan pada hasil uji beda wilcoxon pada ketajaman pada metode rekonstruksi memiliki nilai *mean rank* lebih tinggi dari pada nilai *mean rank* metode reformat yaitu sebesar 3,50. pada metode rekonstruksi lebih jelas menampilkan patologi karena di rekonstruksi gambaran yang dihasilkan lebih bagus dibandingkan dengan metode reformat.

Rekonstruksi menggunakan raw data sebagai data awal, sedangkan reformat menggunakan image data (Romans, 2011), irisan axial dapat menampilkan kelainan pada struktur mediastinum seperti trachea, esophagus, aorta, dan vena cava superior, dalam kasus tertentu irisan axial dapat menunjukkan hubungan antara massa mediastinum dan struktur seperti jantung, aorta, pleura, atau diafragma (Naidich, et al., 2007).

Artefak

Dari segi nilai tabulasi silang kriteria patologi pada kualitas gambar pada metode rekonstruksi 16,0 dan patologi pada gambar dengan metode reformat 24,0. Sedangkan pada hasil uji beda wilcoxon pada ketajaman pada metode

rekonstruksi memiliki nilai *mean rank* lebih tinggi dari pada nilai *mean rank* metode reformat yaitu sebesar 4,00. Pada artefak memang bagus pada metode reformat karena di metode ini artefak tidak ada sama sekali dibandingkan dengan metode rekonstruksi artefak lebih banyak.

Secara umum artefak adalah kesalahan gambar (adanya sesuatu dalam gambar) yang tidak ada hubungannya dengan obyek yang diperiksa. Dalam CT Scan artefak sering didefinisikan sebagai pertentangan/ perbedaan antara rekonstruksi CT *number* dalam gambar dengan koefisien attenuasi yang sesungguhnya dari obyek yang diperiksa (Seeram, 2001)

SIMPULAN

Ada perbedaan kualitas informasi patologi antara metode rekonstruksi dan reformat, terhadap potongan axial pada pemeriksaan CT Scan Thorax terhadap kualitas gambaran anatomis. Nilai *p value* dari uji beda wilcoxon adalah sebesar 0,001 ($p < 0,05$).

Kualitas informasi gambar patologi yang terbaik antara metode rekonstruksi dan reformat nilai *mean rank* yang diperoleh adalah nilai *mean rank* rekonstruksi sebesar 18,7, sedangkan nilai *mean rank* reformat sebesar 14,93. Maka dapat disimpulkan bahwa gambaran yang bagus menurut nilai *mean rank* tersebut adalah metode rekonstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Balinger, P. W. 2010. Merrill's Atlas of Radiographic Position and Radiologic Procedures, Volume Three, Sixth Edition. St. Lois : CV. Mosby Company.
- Bontrager, K.L. 2001. Text Book of Radiographic and Related Anatomy, Fifth Edition. The CV Mosby, London.
- Bushberg, J.T. 2003. The Essential Physics Of Medical Imaging, Second Edition. Philadelphia, USA.
- Bushong, Stewart C. 2001. Radiologic Science for Technologists. Physics, Biology and Protection, 7th edition. Missouri: The CV Mosby Company.
- Fishman, K E, et al. 2006. Volume Rendering Versus Maximum Intensity Projection in CT Angiography, What Works Best, When and Why. <http://www.rsajnl.org>
- Jaengsri, N. MSc. 2004. Protocol CT Technique. Radiology Departement OF Taleshin Hospital, Bangkok Thailand.
- Neseth, R. 2000. Procedures and Documentation for CT and MRI. CIC Edizioni Internazionali.
- Naidich, David P. 2007. Computed Tomography and Magnetic Resonance of The Thorax. Lippincott William
- Lois, E, Romans. 2011. Computed Tomography, USA.
- Zaky. 2011. Perbandingan Kualitas Gambar Rekonstruksi dan Reformat Dari Pemeriksaan Kepala Rutin dengan Menggunakan MSCT 64 Slice di Instalasi Radiologi RSUP DR. Kariadi Semarang. Poltekkes Semarang.