

PENGARUH PERUBAHAN SUDUT GANTRY TERHADAP NOISE PADA PEMERIKSAAN CT SCAN DENGAN TEKNIK SEQUENCE

Afif Akhsani¹⁾, Luthfi Rusyadi²⁾, Fatimah³⁾

¹⁾ RSUD Dr. M. Ashari Kabupaten Pemalang

^{2),3)} Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang

e-mail : luthfirusyadi@yahoo.com

ABSTRACT

Background: Noise is a fluctuation in the value of CT number and Standard Deviation which is one parameter in the assessment of CT Scan image quality. This study aims to see the effect of changes in the angle of the gantry on noise and conformity with the BAPETEN standard of the value of the CT Number and Standard Deviation fluctuations produced.

Methods: This type of research is quantitative with an experimental approach. The research subjects used water phantom to assess the value of CT Number and Standard Deviation by placing ROI on the resulting image. The SPSS test is used to see the relationship between changes in noise and noise. CT Number, Uniformity and Noise Uniformity tests are performed to assess CT Number and Standard Deviation in accordance with BAPETEN regulations.

Results: An increase in noise is indicated by fluctuations in the value of CT Number and Standard Deviation resulting from the placement of the ROI at the center of each image produced by each change in the angle of the gantry. The average value of CT Number at the gantry angle 0^0 (-1.43), 5^0 (-1.48), 10^0 (-1.47), 15^0 (-1.58), 20^0 (-1.62), 25^0 (-1.68), 30^0 (-1.7). The average value of the Standard Deviation at the 0^0 gantry angle (2.36), 5^0 (2.35), 10^0 (2,3), 15^0 (2,33), 20^0 (2,42), 25^0 (2,57), 30^0 (2.62). There is a significant relationship to the Pearson correlation test between changes in gantry angle and CT Number and Standard Deviation values. CT Number, Uniformity, and Noise Uniformity Test results were used to assess the fluctuations of CT Number and Standard Deviation due to changes in the angle of the gantry in accordance with the standard BAPETEN No. 2 of 2018 on all changes in the 0^0 gantry angle to -30^0 with a range of 5^0 .

Conclusion: Noise fluctuations are caused by changes in the thickness of the scanning area object from changes in the gantry angle. The greater the change in angle of the gantry, the greater the thickness of the scanning area object. Changing the gantry angle causes the scanning area to change from the circle to the ellipse.

Keywords: noise, CT Number, gantry angle, CT Scan.

Pendahuluan

Lima karakteristik yang penting dalam pencitraan gambaran *CT Scan*, yaitu *spatial resolution*, *contrast resolution*, *noise*, *distortion* dan *artefact CT Scan*. *Noise* merupakan perbedaan/variasi dari nilai HU pada suatu material yang sama sehingga dapat untuk membedakan koefisien atenuasi pada jaringan normal dan patologi. Namun nilai *noise* yang terlalu besar akan mengganggu resolusi kontras dari gambaran *CT Scan* yang akhirnya akan mempengaruhi hasil diagnosa, selain itu juga radiolog sering menggunakan ROI dalam pengukuran *tissue*/jaringan tertentu untuk menentukan hasil diagnosa (Kurniawan A.N. dan Soesanti I., 2010).

Noise merupakan fluktuasi nilai *CT number* dan merupakan salah satu parameter dalam penilaian kualitas gambar *CT Scan*. Semakin rendah *index image noise*, maka kualitas gambar yang dihasilkan pada *CT Scan* akan semakin baik. Semakin tinggi *index image noise* maka dapat dikatakan bahwa kualitas gambar *CT Scan* akan semakin menurun, nilai *noise* yang terlalu besar akan menimbulkan artefak yang dapat mengganggu resolusi kontras dari gambaran *CT Scan*

yang akhirnya akan mempengaruhi hasil diagnosis (Seeram E., 2009).

Noise pada gambaran *CT Scan* bisa diketahui dengan uji *cross field uniformity CT number*. *Uniformity CT number* dapat diartikan sebagai nilai keseragaman *CT number* air pada sebuah image *noise*. Pengukuran *noise* dilakukan dengan melakukan *scanning* pada *water phantom* berdiameter 20 cm, kemudian dilakukan ROI pada daerah tepi dan pusat (Mas'uul A.R, dan Susanto H, 2014).

Menurut Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2018 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional, bahwa standar keseragaman *noise* (*Standard deviasi*) nilai *CT number* air pada pengujian menggunakan *water phantom* adalah ≤ 2 HU, dengan nilai rata-rata ROI pusat $- 4 \leq CT number \leq 4$ dan nilai maksimum dari selisih ROI rata-rata di pusat dengan ROI rata-rata di tepi-tepinya adalah 2 HU pada 120 kVp, 300 mAs, dan *slice thicknes* 8 mm. Ini menunjukkan bahwa standar deviasi (SD) ROI di atas rentang tersebut dapat didefinisikan sebagai *noise*.

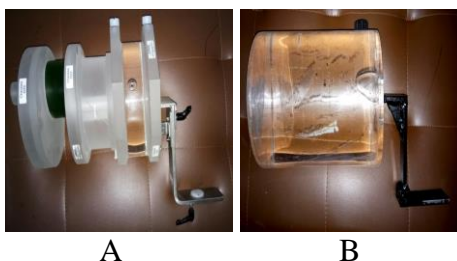
Menurut Seeram (2009) terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi *noise* pada citra. Faktor pertama adalah *noise* kuantum yang ditentukan oleh fluktuasi sinar-X atau jumlah foton sinar-X yang terdeteksi. Hal ini dipengaruhi oleh teknik *scanning* (tegangan tabung, arus tabung, *slice thickness*, kecepatan *scanning*, dan *pitch helical*). Faktor yang kedua adalah efisiensi *scanning* (misalnya, efisiensi detektor kuantum, efisiensi geometri detektor, rasio *amber-penumbra*), dan faktor yang ketiga pasien (ukuran pasien, jumlah tulang dan jaringan lunak pada bidang pemindaian). Selain ketiga faktor tersebut, menurut Hoppe (2013) pada jurnal yang diterbitkan oleh *American Assosiation of Physicists in Medicine*, dengan perlakuan perubahan sudut *gantry* 0° sampai dengan 30° pada rentang 5° akan meningkatkan 2% - 50% *noise* standar deviasi. Demikian juga pada penelitian yang dilakukan oleh Nikupaavo (2015) pada jurnal yang diterbitkan oleh AJR menunjukkan bahwa kemiringan sudut *gantry* dapat meningkatkan *noise* yang di hasilkan sebesar 30% pada citra yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti akan melakukan penelitian menggunakan *water phantom* dengan merubah sudut *gantry* dari 0° sampai -30° dengan rentang 5° untuk setiap *scanning*. Perubahan sudut *gantry* diharapkan akan terjadi fluktuasi nilai *CT Number* pada citra yang menunjukkan ada tidaknya *noise* pada citra yang dihasilkan.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Lokasi penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Dr. M. Ashari Kab. Pematang.

Subjek penelitian menggunakan *water phantom* yang digunakan untuk mengukur *noise* di lihat dari nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi CT number* pada citra yang dihasilkan pada perubahan sudut *gantry* 0° , -5° , -10° , -15° , -20° , -25° , -30° , pada pesawat *MSCT Siemens Somatom 16 slice*. Pemilihan perubahan sudut *gantry* merujuk pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hoppe (2013) dengan variasi perubahan sudut 0° s/d -30° pada rentang perubahan setiap 5° .



Gambar 1. *Water phantom siemens* (A) *water phantom* buatan (B)

Water phantom buatan digunakan karena keterbatasan panjang *water phantom siemens* yang akan mengakibatkan terpotongnya area *scanning* apabila dilakukan pengujian dengan penyudutan *gantry*.

Data yang di peroleh peneliti dari hasil pengujian perubahan *gantry* yang sudah dalam bentuk tabel, dilakukan pengolahan data menggunakan program SPSS 16. Pengujian menggunakan uji korelasi *Pearson* apabila data berdistribusi normal dan uji *Range Spearman* apabila data tidak berdistribusi normal. Pengujian SPSS ini digunakan untuk melihat apakah ada pengaruh dari perubahan variasi sudut *gantry* terhadap *noise* yang dihasilkan. Hasil output pengolahan SPSS peneliti sajikan dalam bentuk tabel dan pembahasan dari data yang dihasilkan.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil pengukuran pengaruh perubahan sudut *gantry* terhadap nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi*.

Pengukuran dilihat dari nilai rata-rata *CT Number* dan *Standard Deviasi* yang dihasilkan pada *ROI* pusat masing masing citra dari perubahan sudut *gantry*, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi*

Sudut <i>Gantry</i>	Rata-rata Nilai <i>ROI</i> (<i>CT Number</i>)	Rata-rata <i>Standard Deviasi</i> (<i>SD</i>)
0°	-1,43	2,36
-5°	-1,48	2,35
-10°	-1,47	2,3
-15°	-1,58	2,33
-20°	-1,62	2,42
-25°	-1,68	2,57
-30°	-1,7	2,62

Perubahan sudut *gantry* mengakibatkan terjadinya peningkatan *noise* yang dilihat dari fluktuasi nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi*. Nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi* yang dihasilkan pada sudut *gantry* 0° dianggap sebagai nilai dasar untuk mengevaluasi ada tidaknya peningkatan nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi* pada setiap perubahan sudut *gantry*. Nilai *CT Number* yang dihasilkan mengalami peningkatan pada sudut -5° , -15° , -20° , -25° , dan -30° . Sedangkan pada sudut *gantry* -10° terjadi penurunan dibandingkan nilai *CT Number* pada sudut *gantry* -5° . Nilai *Standard Deviasi* yang dihasilkan terjadi peningkatan pada sudut -20° , -25° , dan -30° , sedangkan pada sudut -5° , -10° , dan -15° terjadi penurunan dibandingkan nilai pada sudut *gantry* 0° .

Hasil nilai pengukuran selanjutnya dilakukan uji normalitas data terlebih dahulu untuk mengetahui distribusi data yang akan dilakukan pengujian statistik, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Tabel Hasil Uji Statistik Normalitas Data

Variabel	<i>p-value</i>	Keterangan
Perubahan sudut <i>gantry</i>	0,949	Berdistribusi normal
Standar Deviasi	0,125	Berdistribusi normal

Nilai <i>CT Number</i>	0,434	Berdistribusi normal
------------------------	-------	----------------------

Hasil uji normalitas data perubahan sudut gantry dengan nilai *p-value* 0,949 (*p-value*>0,05), nilai *CT Number* dengan nilai *p-value* 0,434 (*p-value*>0,05) dan *Standard Deviasi* dengan nilai *p-value* 0,125 (*p-value*>0,05) sehingga data berdistribusi normal.

Uji korelasi *Pearson* dilakukan untuk mengetahui hubungan antara perubahan sudut gantry dengan noise dilihat dari nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi*, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 3. Uji Korelasi *Pearson* antara perubahan sudut gantry dengan nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi*.

Variabel	<i>p-value</i>	Keterangan
Perubahan sudut gantry dengan <i>CT Number</i>	0,000	Ada korelasi
Perubahan sudut gantry dengan <i>Standard Deviasi</i>	0,021	Ada korelasi

Tabel di atas menunjukkan bahwa hasil Uji Korelasi antara perubahan sudut gantry dengan nilai *CT Number* dengan nilai *p-value* 0,000 (*p-value*<0,05), sedangkan pada perubahan sudut gantry dengan *Standard Deviasi* dengan nilai *p-value* 0,021 (*p-value*<0,05). H_0 ditolak sehingga ada korelasi yang signifikan antara perubahan sudut gantry dengan nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi*.

- Perubahan sudut gantry terhadap nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi* yang masih sesuai dengan standar peraturan BAPETEN.

Uji *CT Number* (HU)

Perhitungan dilakukan dengan menghitung rata-rata nilai *CT Number* setiap citra dengan penempatan *ROI* pada pusat. Standar nilai rata-rata *CT Number* yang dihasilkan menurut BAPETEN No. 2 tahun 2018 $-4 \leq CT Number \leq 4$. Berikut ini hasil perhitungan *CT Number* pada setiap perubahan sudut gantry :

Tabel 4. Hasil Nilai *CT Number ROI* pusat

Sudut Gantry	Rata-rata Nilai <i>CT Number</i>	Kriteria	Kesimpulan
0°	-1,43	Nilai $-4 \leq CT \leq 4$	Sesuai standar
-5°	-1,48		Sesuai standar
-10°	-1,47		Sesuai standar
-15°	-1,58		Sesuai standar
-20°	-1,62		Sesuai standar
-25°	-1,68		Sesuai standar
-30°	-1,7		Sesuai standar

Nilai *CT Number* yang dihasilkan pada semua perubahan sudut gantry sesuai dengan standar BAPETEN No.2 tahun 2018 ($-4 \leq CT Number \leq 4$).

Uji *Uniformity*

Perhitungan dilakukan dengan mengukur nilai *CT Number* pada masing masing citra. Nilai *CT Number* di dapat dari penempatan *ROI* sebesar 2 cm pada pusat, jam 3, jam 6, jam 9, dan jam 12 dari nilai rata rata nilai tiap area. Perhitungan dilakukan dengan melihat selisih nilai *CT Number* antara pusat dengan masing masing tepi penempatan *ROI*. Standar selisih rata-rata nilai *CT Number* pusat dengan tepi adalah ≤ 2 menurut peraturan BAPETEN No. 2 tahun 2018. Hasil perhitungannya, antara lain :

Tabel 5. *Uniformity CT Number* pada sudut gantry 0°

Area Pengukuran	Nilai <i>CT Number</i>	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,43			$\Delta CT \leq 2$ CT ΔCT : nilai maksimum dari selisih <i>ROI</i> rata-rata di pusat dengan <i>ROI</i> rata-rata di tepitepinya.	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-2,3	A1-A2	0,87		
Jam 6 (A3)	-2,3	A1-A3	0,87		
Jam 9 (A4)	-2,28	A1-A4	0,85		
Jam 12(A5)	-1,85	A1-A5	0,41		

Tabel 6. *Uniformity CT Number* pada sudut gantry -5°

Area Pengukuran	Nilai <i>CT Number</i>	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,48			$\Delta CT \leq 2$ CT ΔCT : nilai maksimum dari selisih <i>ROI</i> rata-rata di pusat dengan <i>ROI</i> rata-rata di tepitepinya.	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-2,12	A1-A2	0,64		
Jam 6 (A3)	-1,72	A1-A3	0,24		
Jam 9 (A4)	-2,26	A1-A4	0,78		
Jam 12 (A5)	-2,12	A1-A5	0,64		

Tabel 7. *Uniformity CT Number* pada sudut gantry -10°

Area Pengukuran	Nilai <i>CT Number</i>	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,47			$\Delta CT \leq 2$ CT ΔCT : nilai maksimum dari selisih <i>ROI</i> rata-rata di pusat dengan <i>ROI</i> rata-rata di tepitepinya.	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-2,18	A1-A2	0,71		
Jam 6 (A3)	-1,95	A1-A3	0,48		
Jam 9 (A4)	-1,97	A1-A4	0,5		
Jam 12 (A5)	-1,3	A1-A5	0,17		

Tabel 8. *Uniformity CT Number* pada sudut gantry -15°

Area Pengukuran	Nilai <i>CT Number</i>	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,58			$\Delta CT \leq 2$ CT ΔCT : nilai maksimum dari selisih <i>ROI</i> rata-rata di pusat dengan <i>ROI</i> rata-rata di tepitepinya.	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-2,42	A1-A2	0,84		
Jam 6 (A3)	-2,07	A1-A3	0,49		
Jam 9 (A4)	-1,98	A1-A4	0,4		
Jam 12 (A5)	-1,85	A1-A5	0,27		

Tabel 9. *Uniformity CT Number* pada sudut gantry -20°

Area Pengukuran	Nilai CT Number	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,62			$\Delta CT \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-2,38	A1-A2	0,76	ΔCT : nilai maksimum dari selisih ROI rata-rata di pusat dengan ROI rata-rata di tepitepinya.	
Jam 6 (A3)	-2,27	A1-A3	0,65		
Jam 9 (A4)	-2,32	A1-A4	0,7		
Jam 12 (A5)	-1,76	A1-A5	0,14		

Tabel 10 *Uniformity CT Number* pada sudut gantry -25°

Area Pengukuran	Nilai CT Number	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,68			$\Delta CT \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-2,2	A1-A2	0,52	ΔCT : nilai maksimum dari selisih ROI rata-rata di pusat dengan ROI rata-rata di tepitepinya.	
Jam 6 (A3)	-1,98	A1-A3	0,3		
Jam 9 (A4)	-2,2	A1-A4	0,52		
Jam 12 (A5)	-1,48	A1-A5	0,2		

Tabel 11 *Uniformity CT Number* pada sudut gantry -30°

Area Pengukuran	Nilai CT Number	Hasil Perhitungan selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	-1,7			$\Delta CT \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	-1,98	A1-A2	0,28	ΔCT : nilai maksimum dari selisih ROI rata-rata di pusat dengan ROI rata-rata di tepitepinya.	
Jam 6 (A3)	-1,5	A1-A3	0,2		
Jam 9 (A4)	-1,68	A1-A4	0,02		
Jam 12 (A5)	-2,5	A1-A5	0,5		

Uji Keseragaman Noise

Perhitungan dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata Standar Deviasi pada masing masing citra. Nilai *Standard Deviasi* di dapat dari penempatan ROI sebesar 2 cm pada pusat, jam 3, jam 6, jam 9, dan jam 12. Perhitungan dilakukan dengan melihat selisih nilai *Standard Deviasi* antara pusat dengan masing masing tepi penempatan ROI. Standar selisih rata-rata nilai *Standard Deviasi* pusat dengan tepi adalah ≤ 2 menurut peraturan BAPETEN No. 2 tahun 2018. Hasil perhitungannya, antara lain :

Tabel 12. Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry 0°.

Area Pengukuran	Nilai <i>Standard Deviasi</i>	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,36			$\Delta SD \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	1,85	A1-A2	0,51	ΔSD : selisih standar deviasi (SD) ROI	
Jam 6 (A3)	1,9	A1-A3	0,46		

Jam 9 (A4)	1,93	A1-A4	0,43	maksimum dengan SD ROI minimum
Jam 12 (A5)	2	A1-A5	0,36	

Tabel 13. Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry -5°.

Area Pengukuran	Nilai <i>Standard Deviasi</i>	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,35			$\Delta SD \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	1,97	A1-A2	0,38	ΔSD : selisih standar deviasi (SD) ROI maksimum dengan SD ROI minimum	
Jam 6 (A3)	1,96	A1-A3	0,39		
Jam 9 (A4)	1,93	A1-A4	0,42		
Jam 12 (A5)	2	A1-A5	0,35		

Tabel 14 Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry -10°

Area Pengukuran	Nilai <i>Standard Deviasi</i>	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,3			$\Delta SD \leq 2$ CT	Sesuai standard
Jam 3 (A2)	1,88	A1-A2	0,42	ΔSD : selisih standar deviasi (SD) ROI maksimum dengan SD ROI minimum	
Jam 6 (A3)	1,9	A1-A3	0,4		
Jam 9 (A4)	2,03	A1-A4	0,27		
Jam 12 (A5)	2,22	A1-A5	0,08		

Tabel 15 Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry -15°

Area Pengukuran	Nilai <i>Standard Deviasi</i>	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,33			$\Delta SD \leq 2$ CT	Sesuai standard
Jam 3 (A2)	1,98	A1-A2	0,35	ΔSD : selisih standar deviasi (SD) ROI maksimum dengan SD ROI minimum	
Jam 6 (A3)	1,95	A1-A3	0,38		
Jam 9 (A4)	2,02	A1-A4	0,31		
Jam 12 (A5)	2,07	A1-A5	0,26		

Tabel 16 Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry -20°

Area Pengukuran	Nilai <i>Standard Deviasi</i>	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,42			$\Delta SD \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	1,92	A1-A2	0,5	ΔSD : selisih standar deviasi (SD) ROI maksimum dengan SD ROI minimum	
Jam 6 (A3)	1,95	A1-A3	0,47		
Jam 9 (A4)	1,98	A1-A4	0,44		
Jam 12 (A5)	2,15	A1-A5	0,27		

Tabel 17 Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry -25°

Area Pengukuran	Nilai <i>Standard Deviasi</i>	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,57			$\Delta SD \leq 2$ CT	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	1,92	A1-A2	0,65	ΔSD :	

Jam 6 (A3)	2,03	A1-A3	0,54	selisih standar deviasi (SD) ROI maksimum dengan SD ROI minimum
Jam 9 (A4)	2,03	A1-A4	0,54	
Jam 12 (A5)	2,23	A1-A5	0,34	

Tabel 18 Uji Keseragaman Noise pada sudut gantry -30°

Area Pengukuran	Nilai Standard Deviasi	Hasil Perhitungan Selisih (Pusat-Tepi)		Kriteria	Kesimpulan
Pusat (A1)	2,62			ASD ≤ 2 CT ASD : selisih standar deviasi (SD) ROI maksimum dengan SD ROI minimum	Sesuai standar
Jam 3 (A2)	2,05	A1-A2	0,57		
Jam 6 (A3)	2,17	A1-A3	0,45		
Jam 9 (A4)	2,32	A1-A4	0,3		
Jam 12 (A5)	2,12	A1-A5	0,5		

1. Pengaruh perubahan sudut gantry terhadap noise pada pemeriksaan CT Scan dengan teknik sequence.

Hasil penelitian untuk menilai pengaruh perubahan sudut gantry terhadap noise pada pemeriksaan CT Scan dengan teknik sequence, terdapat hubungan yang signifikan antara perubahan sudut gantry dengan nilai CT Number pada uji korelasi pearson dengan nilai p-value 0,000. Terdapat hubungan yang signifikan antara perubahan sudut gantry dengan nilai Standard Deviasi nilai p-value 0,021. Peningkatan noise ditunjukkan oleh fluktuasi nilai CT Number dan Standard Deviasi yang dihasilkan dari penempatan ROI di pusat pada masing-masing citra yang dihasilkan setiap perubahan sudut gantry. Nilai rata-rata CT Number pada sudut gantry 0°(-1,43), 5°(-1,48), 10°(-1,47), 15°(-1,58), 20°(-1,62), 25°(-1,68), 30°(-1,7). Nilai rata-rata Standard Deviasi pada sudut gantry 0°(2,36), 5°(2,35), 10°(2,3), 15°(2,33), 20°(2,42), 25°(2,57), 30°(2,62).

Fluktuasi noise disebabkan karena perubahan tebal objek area scanning dari perubahan sudut gantry. Semakin besar perubahan sudut gantry, maka semakin besar pula tebal objek area scanning. Perubahan sudut gantry mengakibatkan area scanning berubah dari bidang lingkaran menjadi bidang elips. Ini dapat dilihat dari citra yang dihasilkan dan pengukuran pada citra pada bidang horisontal. Pada sudut gantry 0° tebal objek 18,86 cm; 5° (18,83 cm), 10° (18,91 cm), 15° (19,13 cm), 20° (19,52 cm), 25° (20,05 cm) dan 30° (20,83). Menurut Seeram (2009), noise di pengaruhi oleh tebal objek dan fluktuasi sinar-X atau jumlah foton sinar-X yang terdeteksi oleh detektor. Intensitas radiasi sinar-X setelah menembus objek berbanding terbalik dengan tebal bahan. Semakin kecil intensitas sinar-X maka semakin tinggi noise yang dihasilkan.

2. Perubahan sudut gantry yang menghasilkan nilai Standar Deviasi CT Number yang masih sesuai dengan peraturan BAPETEN.

Menurut Jaengstri (2004) uji CT Number dilakukan untuk melihat akurasi nilai CT Number

pada pemeriksaan CT Scan. Berdasarkan uji CT Number yang digunakan untuk melihat pengaruh perubahan sudut gantry pada nilai rata-rata CT Number yang dihasilkan dengan penempatan ROI pusat pada setiap citra yang dihasilkan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai CT Number yang dihasilkan masih sesuai dengan standar BAPETEN No. 2 tahun 2018. Nilai rata-rata CT Number pada sudut gantry 0° adalah -1,43; -5°(-1,48); -10°(-1,47); -15°(-1,58); -20°(-1,62); -25°(-1,68); -30°(-1,7). Dimana standar nilai CT Number menurut BAPETEN adalah $-4 \leq CT\ Number \leq 4$.

Uji Uniformity yang digunakan untuk menilai cupping artefak dilihat dari data image yang dihasilkan (Seeram, 2009). Uji Uniformity dilakukan dengan melihat selisih nilai CT Number pada pusat dengan masing-masing tepi yang ditempatkan pada jam 3, jam 6, jam 9, dan jam 12. Selisih nilai rata-rata CT Number pada perubahan sudut 0°, -5°, -10°, -15°, -20°, -25°, dan -30°, masih sesuai dengan standard BAPETEN No. 2 tahun 2018, dimana selisih rata-rata nilai CT Number pusat dengan tepi adalah ≤ 2 .

Uji keseragaman noise dilakukan untuk menilai Standard Deviasi dari nilai-nilai pixel yang terdapat dalam matriks dari sebuah citra CT Scan (Seeram, 2009). Standar kriteria menurut BAPETEN No. 2 tahun 2009 bahwa selisih nilai Standard Deviasi ROI pusat dengan ROI tepi adalah ≤ 2 . Nilai selisih Standard Deviasi yang dihasilkan pada perubahan sudut 0°, -5°, -10°, -15°, -20°, -25°, dan -30° masih sesuai dengan standard, dimana selisih rata-rata nilai Standar Deviasi dibawah angka 2.

Kelemahan Penelitian:

Kelemahan penelitian yang terdapat pada penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini yaitu pada material yang dipakai oleh peneliti didalam pengambilan data penelitian, antara lain peneliti menggunakan water phantom buatan untuk menilai image noise dari citra yang dihasilkan pada setiap perubahan sudut gantry yang dilakukan. Peneliti tidak menggunakan dosimeter yang diletakkan pada organ untuk mengetahui besar noise yang diterima oleh dosimeter.

Penelitian yang dilakukan oleh Nikupaavo dkk (2015) menggunakan material anthropomorphic phantom ATOM model 702-D (CIRS) dan RANDO (phantom laboratory) yang digunakan untuk menilai dosis dengan MOSFET dosimeter dan image noise. Scanning menggunakan teknik helical dengan scan parameter yang digunakan adalah parameter kepala.

Penelitian yang dilakukan oleh Hoppe dkk. (2013) bertujuan untuk menilai dosis dan image noise yang dihasilkan. MOSFET dosimeter digunakan untuk menilai dosis yang diterima. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara eksperimental dan simulation studies. Lungman RANDO phantom dan MOSFET dosimeter digunakan pada metode ekperimental. Sedangkan pada simulation studies menggunakan

Monte Carlo Simulation yang diolah dengan software SPEC78 dalam menilai dosis dan image noise.

Nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi* seharusnya semakin naik dengan bertambahnya perubahan sudut *gantry*. Namun terdapat anomali data pada nilai *CT Number* pada sudut 10^0 dan *Standard Deviasi* pada sudut 5^0 , 10^0 dan 15^0 . Penurunan nilai dapat terjadi karena data yang diambil berupa sample penempatan *ROI* pada citra yang dihasilkan. Dapat juga terjadi karena permukaan bahan *acrylic* pada *water phantom* kurang rata dan bentuk tabung yang tidak berbentuk lingkaran sempurna.

Simpulan

1. Terjadi peningkatan *noise* yang ditunjukkan oleh fluktuasi nilai *CT Number* dan *Standard Deviasi* yang dihasilkan dari penempatan *ROI* di pusat pada masing-masing citra yang dihasilkan setiap perubahan sudut *gantry*. Nilai rata-rata *CT Number* pada sudut *gantry* $0^0(-1,43)$, $-5^0(-1,48)$, $-10^0(-1,47)$, $-15^0(-1,58)$, $-20^0(-1,62)$, $-25^0(-1,68)$, $-30^0(-1,7)$. Nilai rata-rata *Standard Deviasi* pada sudut *gantry* $0^0(2,36)$, $-5^0(2,35)$, $-10^0(2,3)$, $-15^0(2,33)$, $-20^0(2,42)$, $-25^0(2,57)$, $-30^0(2,62)$. Terdapat hubungan yang signifikan pada perubahan sudut *gantry* dengan nilai *CT Number* dan nilai *Standard Deviasi*.
2. Hasil Uji *CT Number*, Uniformity, dan Keseragaman *noise* yang digunakan untuk menilai fluktuasi *CT Number* dan *Standard Deviasi* akibat perubahan sudut *gantry* sesuai dengan standard BAPETEN No. 2 Tahun 2018 pada semua perubahan sudut *gantry* 0^0 , -5^0 , -10^0 , -15^0 , -20^0 , -25^0 dan -30^0 .

Daftar Pustaka

- Hoppe M.E., Gandhi D., Stevens G.M., Foley W.D., Schmidt T.G., 2013, *The Effects Of Gantry Tilt On Breast Dose And Image Noise In Cardiac CT*, Department of Biomedical Engineering, Marquette University, Milwaukee, Wisconsin.
- Jaengsri Nuttawan, 2004, *CT Protocol*, Radiology Departement Of Takshin Hospital, Bangkok.
- Kurniawan A.N. dan Soesanti I., 2010, *Evaluasi Nilai Noise Sebelum Dan Sesudah Kalibrasi Sebagai Salah Satu Wujud Kinerja Pesawat CT-Scan*, ISSN : 0216 - 7565 Forum Teknik Vol. 33, No. 3.
- Mas'uul A.R. dan Susanto H., 2014, *Uji Kesesuaian Ct Number Pada Pesawat Ct Scan Multislice Di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI*, Youngster Physics Journal ISSN : 2302 – 7371 Vol. 3, No. 44, Hal 335- 340.
- Nikupaavo U., Kaasalainen T., Reijonen V., Ahonen S.M., Kortelinemi M., 2015, *Lens Dose in Head CT: Comparison of Different Optimazation Methods With Anthropomorphic Phantoms*, AJR;204:117-123.

Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2018, *Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.

Seeram E., 2009, *Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control, 3rd Edition*, Westline Industrial Drive St. Louis, Missouri.