

Uji *Quality Control* Pesawat *Magnetic Resonance Imaging* Siemens Magnetom Concerto 0,2 Tesla di Instalasi Radiologi RSUD Dr Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan

Luh Deva wedayanti¹⁾, Sudiyono¹⁾, Nurdopo Baskoro³⁾

¹⁾Program Pascasarjana, Magister Terapan Kesehatan Imaging Diagnostik Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

²⁾Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

³⁾RSUP. Dr. Kariadi Semarang, Indonesia

e-mail : luhdevawedayanti94@yahoo.com

Received: Mei 31th, 2019; Revised: July 01st, 2019; Accepted: July 09th, 2019

ABSTRACT

Background: Radiology quality control is a part of radiology quality assurance which is directly linked with physical measurements of facility performance and indirectly linked with the expected image quality. The advantage of proceeding with the performance test on MRI device is the consistency of operational testing that integrated of all MRI system and producing high-quality image, reducing the possibility of artifact appearance, and also preemptive identification of potential problems.

Methods: The method of this research is qualitative survey. The researchers are doing the survey on Quality Control test using ACR on MRI device brand Siemens Magnetom Concerto 0,2T on Radiology department of RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan.

Results: The whole result of this research shows that MRI device on RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan has yet to fulfill the international standard on 5 parameters, such as the SNR testing, *Artifact Analysis*, *Geometric Accuracy*, *High Contrast Resolution*, and *Low Contrast Resolution*. On the other hand, 2 other parameters such as *slice thickness accuracy* and *slice position accuracy* of the MRI device has already fulfilled the standard and have to improve on the 5 parameters which haven't fulfill the factory and international standards.

Conclusion: The whole result of this research shows that MRI device on RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan has yet to fulfill the international standard.

Keyword: *Quality Control*; *Magnetic Resonance Imaging*; MRI Parameter

Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat ini ditandai dengan munculnya berbagai macam teknologi mutakhir untuk mendiagnosa suatu penyakit pada manusia, salah satu contoh adalah *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). MRI menghasilkan gambar potongan tubuh pasien yang diperiksa dengan menggunakan medan magnet.

Sebagai salah satu sarana penegakan diagnosa pada suatu kelainan maka kualitas citra MRI menjadi salah satu hal yang penting untuk diperhatikan. Salah satu usaha dalam penjaminan mutu kualitas citra MRI adalah dengan menyelenggarakan prosedur *Quality Control* (QC), yang merupakan bagian dari program jaminan mutu yang berkaitan dengan pengawasan dan perawatan dari unsur-unsur sistem teknik yang berpengaruh terhadap kualitas citra. Kinerja seluruh pesawat MRI harus dievaluasi setelah pemasangan dan setidaknya setahun sekali guna memastikan fungsinya, tujuannya adalah untuk

menetapkan standar kinerja guna meningkatkan terciptanya konsistensi kualitas diagnostik yang tinggi pada citra MRI.

Prosedur uji kinerja MRI berdasarkan frekuensi pelaksanaannya menurut ACR (2012) dibagi menjadi tiga kelompok pertama pengujian mingguan meliputi *center frequency*, *table positioning*, *signal to noise ratio (SNR)*, *artifact analysis*, *geometric accuracy*, *high contrast resolution* dan *low contrast resolution*, kedua pengujian yang dilakukan setiap tiga bulan meliputi *magnetic field homogeneity*, *slice thickness accuracy*, dan *slice position accuracy*. Sedangkan yang terakhir pengujian tahunan meliputi, *radiofrequency coil check*.

Keuntungan dari penyelenggaraan prosedur uji kinerja pada perangkat MRI antara lain pengecekan operasional yang terintegrasi dari semua sistem MRI konsistensi dan kualitas yang tinggi pada citra yang dihasilkan, mengurangi kemungkinan timbulnya artefak serta identifikasi dini terhadap kemungkinan timbulnya potensi

masalah. Walaupun menjadi hal penting dalam pelaksanaan pesawat MRI, namun pada kenyataan tidak semua instalasi radiologi yang melaksanakan prosedur pengujian kinerja secara berkala.

Metode

Jenis penelitian ini adalah kualitatif survey. Peneliti melakukan survey dengan cara melakukan pengujian *Quality control* menggunakan metode ACR terhadap pesawat MRI Merk Siemens Magnetom Concerto 0,2T di Instalasi Radiologi RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan.

Hasil dan Pembahasan

1. Prosedur Akuisisi Image

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Phantom ditempatkan pada *Head Coil* dengan tanda sagital sejajar dengan bidang vertical.
- b. Phantom yang telah terpasang pada head coil ditempatkan pada pusat gantry dengan cara pusat phantom dan coil ditempatkan pada titik pusat lampu indikator dan selanjutnya tekan tombol “set” pada pesawat MRI.
- c. Selanjutnya melakukan pengambilan *image* potongan sagital sebagai *localizier* perencanaan pengambilan *image* selanjutnya.
- d. Melakukan pengambilan 11 irisan axial T2 dengan menggunakan parameter FOV 250 mm, slice thickness 8,4 mm, TR 500 ms, TE 22 ms,
- e. Selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap masing masing *image* yang dihasilkan.

2. Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian SNR

Periode Pengujian	ROI	Rata Rata Standar Deviasi	SNR
Minggu 1	173,2	43,3	20,10
Minggu 2	169	42,25	21,15
Minggu 3	159,5	39,87	22,42
Minggu 4	156,3	39,07	22,97

Dilihat dari tabel diatas terlihat selama pengujian SNR secara berkala yang dilakukan di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan maka pada pengujian pertama

didapatkan SNR sebesar 20,10, pada pengujian kedua didapatkan SNR sebesar 21,15, pada pengujian ke-3 didapatkan SNR sebesar 22,42 dan pada pengujian ke-4 didapatkan SNR sebesar 22,97.

b. Artefact Analysis

Artefact Analysis dilakukan dengan cara mengamati image yang dihasilkan selama pengujian berlangsung, yang dilakukan pengamatan dilakukan oleh 3 radiografer .

Tabel 2. Hasil Pengujian *Artefact Analysis*

Periode Pengujian	Artefact	Radiografer 1	Radiografer 2	Radiografer 3
Minggu 1	<i>Distorsi</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Ghousting</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Streak</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Black/Bright spot</i>	Tidak Ada	Ada	Ada
	<i>Blurring</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada
Minggu 2	<i>Distorsi</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Ghousting</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Streak</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Black/Bright spot</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Blurring</i>	Tidak Ada	Ada	Ada
Minggu 3	<i>Distorsi</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Ghousting</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Streak</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Black/Bright spot</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Blurring</i>	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada
Minggu 4	<i>Distorsi</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Ghousting</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Streak</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	<i>Black/Bright spot</i>	Ada	Ada	Ada
	<i>Blurring</i>	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada

Dari 4 minggu pengujian *Artefact Analysis* seluruh responden menyatakan bahwa pada gambaran tidak ada *distorsi* dan *streak* selama pengujian *artefact analysis*. Dan selama pengujian 4 minggu tersebut sebagian besar responden menyatakan ada terlihat *ghousting* dan *blurring*, namun pada *artefact blurring* terdapat perbedaan pendapat responden yaitu ada yang menyatakan ada dan tidak *artefact* pada gambaran, maka

diambil dari suara terbanyak dari penilaian responden.

c. *Geometric Accuracy*

Pengujian *geometric accuracy* dilakukan pada *slice* ke 5 dan localizer sagital. Pada *slice* ke 5 dilakukan pengukuran panjang diameter horizontal (sumbu x), diameter vertikal (sumbu y) dan diukur panjang potongan sagital dari tepi atas ke tepi bawah (sumbu z).

Tabel 3. Hasil Pengujian *Geometric Accuracy*

Periode Pengujian	Arah Pengukuran	Panjang Phantom	<i>Geometric Accuracy</i>	Selisih
1	2	3	4	3-4
20-05-2016	Sumbu x	19 cm	18,72 cm	0,28 cm
	Sumbu y	19 cm	18,90 cm	0,1 cm
	Sumbu z	14,8 cm	14,69 cm	0,11 cm
27-05-2016	Sumbu x	19 cm	19,09 cm	-0,09 cm
	Sumbu y	19 cm	19,11 cm	-0,11 cm
	Sumbu z	14,8 cm	14,66 cm	0,14 cm
03-06-2016	Sumbu x	19 cm	18,98 cm	0,02 cm
	Sumbu y	19 cm	19,06 cm	-0,06 cm
	Sumbu z	14,8 cm	14,75 cm	0,05 cm
10-06-2016	Sumbu x	19 cm	19,16 cm	-0,16 cm
	Sumbu y	19 cm	19,06 cm	-0,6 cm
	Sumbu z	14,8 cm	14,57 cm	0,23 cm

Dari tabel diatas, hasil pengujian pada minggu ke-1 di peroleh hasil sumbu x = 18,72 cm, sumbu y = 18,90 cm dan sumbu z = 14,69 cm. Hasil pengujian pada minggu ke-2 di peroleh hasil sumbu x = 19,09 cm, sumbu y = 19,11 cm dan sumbu z = 14,66 cm. Hasil pengujian pada minggu ke-3 di peroleh hasil sumbu x = 18,98 cm, sumbu y = 19,06 cm dan sumbu z = 14,75 cm. Hasil pengujian pada minggu ke-4 di peroleh hasil sumbu x = 19,16 cm, sumbu y = 19,06 cm dan sumbu z = 14,57.

d. *High Contrast Resolution*

Pengujian *High Contrast Resolution* dilakukan pada *slice* ke-1, pada *slice* ke-1 terdapat 3 kelompok *resolution insert*, dengan masing-masing kelompok terdiri dari dua grup.

Tabel 4. Hasil pengujian *High Contrast Resolution*

Periode Pengujian	Kelompok <i>Resolution Insert</i>	Grup <i>Resolution Insert</i>	R.1	R.2	R.3
Minggu 1	Kelompok 1	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 2	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 3	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
Minggu 2	Kelompok 1	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 2	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 3	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
Minggu 3	Kelompok 1	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 2	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 3	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
Minggu 4	Kelompok 1	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 2	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT
	Kelompok 3	Grup kiri	TT	TT	TT
		Grup atas	TT	TT	TT
		Grup kanan bawah	TT	TT	TT

Ker : TT = Tidak Terpisah

Berdasarkan tabel 4.4 diatas pengujian *High Contrast Resolution* yang dilakukan di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan yang dilakukan pengamatan oleh 3 radiografer didapat hasil bahwa dari pengujian minggu 1 hingga pengujian minggu 4 *resolution insert* tidak terpisah dari kelompok 1 hingga kelompok ke 3.

e. *Low Contrast Resolution*

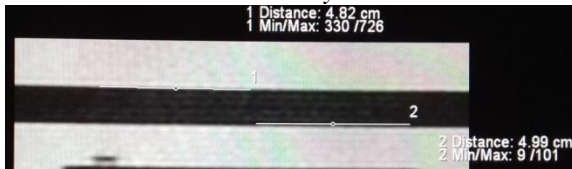
Pada pengujian *Low Contrast Resolution* dilakukan pada slice ke 8-11. Pada slice ke 8-11 terdapat 10 spokes, masing-masing spokes terdiri dari 3 lingkaran yang tampak semakin mengecil kearah pusat image.

Tabel 5. Hasil pengujian *Low Contrast Resolution*

Periode Pengamatan	Slice	Spoke yang terlihat		
		R.1	R.2	R.3
Minggu 1	Ke-8	0	0	0
	Ke-9	0	0	0
	Ke-10	0	0	0
	Ke-11	0	0	0
Minggu 2	Ke-8	0	0	0
	Ke-9	0	0	0
	Ke-10	0	0	0
	Ke-11	0	0	0
Minggu 3	Ke-8	0	0	0
	Ke-9	0	0	0
	Ke-10	0	0	0
	Ke-11	0	0	0
Minggu 4	Ke-8	0	0	0
	Ke-9	0	0	0
	Ke-10	0	0	0
	Ke-11	0	0	0

Pada pengujian *Low Contrast Resolution* yang dilakukan di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan yang dilakukan pengamatan oleh 3 radiografer didapatkan hasil pada minggu pertama hingga minggu ke empat tidak terlihat spokes pada gambaran.

f. *Slice Thickness Accuracy*



Gambar 1. Hasil pengukuran celah di slice ke 11

Hasil pengukuran menunjukkan nilai sebagai berikut :

Panjang a : 4,82 cm = 48,2 mm

Panjang b : 4,99 cm = 49,9 mm

Selanjutnya nilai panjang a dan panjang b di masukkan kedalam rumus untuk

mendapatkan nilai *slice thickness* sebenarnya.

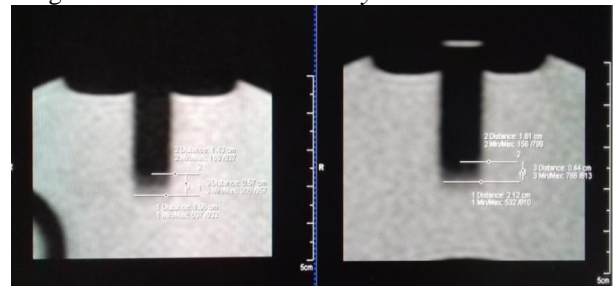
$$slice\ thickness = 0,2 \frac{(panjang\ a \times panjang\ b)}{(panjang\ a + panjang\ b)} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} slice\ thickness &= 0,2 \frac{(48,2 \times 49,9)}{(48,2 + 49,9)} \\ &= 0,2 \frac{2405,18}{98,1} \\ &= 0,2 (24,52) \\ &= 4,904 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} slice\ thickness\ error &= 5\ mm - 4,904\ mm \\ &= 0,096. \end{aligned}$$

Pada pengujian *Slice Thickness Accuracy* yang dilakukan di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan didapatkan hasil pengujian *Slice Thickness Accuracy* yaitu 0,096 mm.

g. *Slice Position Accuracy*



Gambar 2. Pengukuran selisih antara panjang bars, A. pengukuran pada slice ke-1, B. Pengukuran pada slice ke-11.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa,

Panjang a : 0,57 cm = 5,7 mm

Panjang b : 0,44 cm = 4,4 mm

Selanjutnya nilai tersebut dimasukkan ke rumus untuk memperoleh nilai *slice position error*.

$$nilai\ slice\ position\ error = \frac{1}{2} (a - b) \quad (2)$$

$$nilai\ slice\ position\ error = \frac{1}{2} (5,7 - 4,4)$$

$$nilai\ slice\ position\ error = \frac{1}{2} (1,3)$$

$$nilai\ slice\ position\ error = 0,65$$

Pada pengujian *Slice Position Accuracy* yang dilakukan di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan didapatkan hasil pengujian *Slice Position Accuracy* yaitu 0,65 mm.

Peneliti telah melakukan pengujian terhadap 7 parameter uji kinerja pesawat MRI Merk Siemens Magnetom Concerto 0,2T di Instalasi Radiologi RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan dengan secara berkala yaitu pengujian mingguan untuk parameter SNR, *Artefact Analysis*,

Geometric Accuracy, High Contrast Resolution, dan Low Contrast Resolution dalam jangka waktu 1 bulan dan pengujian bulanan untuk *Slice Thickness Accuracy* dan *slice Position Accuracy*. Pengujian menggunakan phantom ACR, dan diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pengujian SNR

Berdasarkan tabel 4.1 terlihat bahwa hasil pengujian SNR pada minggu ke-1 SNR sebesar 20,10, minggu ke-2 didapatkan nilai SNR sebesar 21,15, minggu ke-3 didapatkan nilai SNR sebesar 22,42 dan minggu ke-4 didapatkan nilai SNR sebesar 22,97. Sedangkan standar ACR dan pabrikan pada pengujian SNR adalah lebih dari atau sama dengan 70. Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 4 kali dengan secara berkala maka pesawat MRI tidak memenuhi standar pabrikan. Menurut Westbrook (2002), kualitas citra MRI ditentukan oleh SNR, CNR, *spatial resolution* dan *scan time*, maka kegagalan pesawat MRI dalam memenuhi standar pada 3 parameter SNR, *high contrast resolution* dan *low contrast resolution* berkaitan langsung dengan kualitas citra yang dihasilkan pesawat MRI tersebut. Penurunan nilai SNR tentu saja mempengaruhi kualitas CNR. Sedangkan *High Contrast Resolution* dan *Low Contrast Resolution* terkait langsung dengan kualitas *spatial resolution*.

SNR merupakan faktor penting dalam pembentukan kualitas citra yang baik. Menurut Westbrook (2002), noise yang mempengaruhi nilai SNR dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain sistem MRI, lingkungan dan pasien. Sesuai dengan hal tersebut secara lebih terperinci menurut Higgins (2003) penurunan SNR dapat disebabkan beberapa hal antara lain, peningkatan noise yang diakibatkan beberapa hal antara lain, peningkatan noise yang diakibatkan radiofrekuensi dari lingkungan, coil radiofrekuensi berfungsi dengan tidak baik, kesalahan pada sistem transmitter radiofrekuensi, adanya ghosting dan image non-uniformity pada image dan dari segi teknik pemeriksaan terjadi kesalahan pemilihan parameter akuisisi.

Pada pengujian yang telah dilakukan, peneliti menggunakan phantom standar ACR, sehingga penyebab penurunan SNR oleh pasien dan kesalahan pemilihan parameter akuisisi dapat dikesampingkan atau sama dengan tidak ada pengaruh. Namun faktor penurunan nilai SNR adalah adanya noise radiofrekuensi dari lingkungan dan kesalahan sistem MRI, baik pada coil maupun sistem transmitter

radiofrekuensi. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh masa pakai pesawat yang sudah 10 tahun serta frekuensi penggunaan yang tinggi sehingga dapat menurunkan kinerja dari pesawat MRI tersebut. Selain itu pemantauan nilai SNR tidak dilakukan secara berkelanjutan sehingga penurunan nilai SNR tidak terpantau dengan baik.

2. Pengujian *Artefact Analysis*

Hasil pengujian *artefact analysis* yang dilakukan secara berkala selama 4 kali yang dinilai secara subjektif oleh 3 radiografer ini digunakan untuk mengevaluasi *artefact* yang mungkin muncul selama pengujian. Pada pengujian yang telah dilakukan tampak adanya *artefact* jenis *ghosting*, *Black/Bright* dan *spot Blurring*, sehingga dapat dinyatakan pesawat MRI Merk Siemens Magnetom Concerto 0,2T di Instalasi Radiologi RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan tidak memenuhi standar pengujian *artefact analysis*. Menurut Notosiswoyo (2004) *artefact* disebabkan oleh pergerakan fisiologi, faktor kesalahan geometri dan kebocoran dari tabir radio frekuensi.

Akibat adanya artefak – artefak tersebut pada gambaran akan tampak : gambaran kabur, terjadi kesalahan geometri, tidak ada gambaran, gambaran tidak bersih, terdapat garis-garis dibawah gambaran, gambaran bergaris garis miring, gambaran tidak beraturan. Upaya untuk mengatasi artefak pada gambaran MRI, antara lain dilakukan dengan cara waktu pemotretan dibuat secepat mungkin memeriksa keutuhan tabir pelindung radio frekuensi, menanggalkan benda-benda yang bersifat ferromagnetic bila memungkinkan, perlu kerja sama yang baik dengan pasien.

3. Pengujian *Geometric Accuracy*

Berdasarkan Tabel 4.3 terlihat bahwa hasil pengujian *Geometric Accuracy* pada minggu ke-1 di peroleh hasil sumbu x = 18,72 cm , sumbu y = 18,90 cm dan sumbu z = 14,69 cm sehingga dari hasil pengukuran tersebut didapat slice thickness error pada sumbu x 0,28 cm, sumbu y 0,1 cm dan sumbu z 0,11 cm. Hasil pengujian pada minggu ke-2 di peroleh hasil sumbu x = 19,09 cm , sumbu y = 19,11 cm dan sumbu z = 14,66, sehingga dari hasil pengukuran tersebut didapat slice thickness error pada sumbu x -0,09 cm, sumbu y -0,11 cm dan sumbu z 0,14 cm. Hasil pengujian pada minggu ke-3 di peroleh hasil sumbu x = 18,98 cm , sumbu y = 19,06 cm dan sumbu z = 14,75 cm, sehingga dari hasil pengukuran tersebut

didapat slice thickness error pada sumbu x 0,02 cm, sumbu y -0,06 cm dan sumbu z 0,05 cm. Hasil pengujian pada minggu ke-4 di peroleh hasil sumbu x = 19,16 cm, sumbu y sebesar 19,06 cm dan sumbu z sebesar 14,57 cm, sehingga dari hasil pengukuran tersebut didapat slice thickness error pada sumbu x -0,16 cm, sumbu y -0,6 cm dan sumbu z 0,23 cm. Standar hasil pengujian ini menurut ACR adalah ± 2 mm. Berdasarkan hasil pengujian geomic accuracy selama 4 kali secara berkala dinyatakan bahwa pesawat MRI di RSUD. Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan tidak memenuhi standar pengujian Geometric Accuracy. Karena nilai dari sumbu x pada minggu ke-1 0,28 cm dan nilai sumbu z pada minggu ke-4 0,23 cm yaitu melebihi standar geometric error.

Menurut AAPM (2010) faktor utama yang berpengaruh pada geometric accuracy adalah homogenitas medan magnet dan sistem gradien magnet. Idealnya 3 gradien magnet yang saling tegak lurus mampu melakukan encoding posisi secara linier terhadap nilai frekuensi dan fasenya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan slice ke 5 dan slice sagital. Pengukuran dilakukan terhadap diameter horizontal (sumbu x) dan diameter vertikal (sumbu y) pada slice axial ke 5 serta panjang melintang slice sagital (sumbu z). Sumbu x, y dan z tersebut mewakili pembentukan geometri yang dihasilkan oleh 3 gradient magnet yang saling tegak lurus yaitu gradien x, gradien y, dan gradien z. Oleh karena itu, hasil pengujian pada masing-masing sumbu menunjukkan kinerja dari masing-masing gradien dalam melakukan proses coding posisi pada nilai frekuensi dan fasenya. Pada pengujian yang telah dilakukan diperoleh data bahwa slice thickness error sumbu x dan sumbu z melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pada gradient magnet x dan z tidak mampu melakukan kinerjanya secara baik. Jika ketidaksesuaian terjadi juga pada sumbu yang lain maka kesalahan dapat disebabkan homogenitas medan magnet yang tidak baik.

4. Pengujian *High Contrast Resolution*

Pengujian *high contrast resolution* dilakukan pada slice ke-1. Pada slice ke -1 tersebut terdapat resolution insert berupa spot-spot hiperintens yang memiliki ukuran kecil sebagai indikator pengujian ini. Terdapat 3 kelompok resolution insert dan masing masing kelompok terbagi menjadi 2 grup. Berdasarkan

standar ACR seharusnya pesawat MRI mampu memperlihatkan resolution insert tampak terpisah sebagai spot-spot hiperintens setidaknya hingga kelompok ke-2. Pada mengujian 4 kali secara berkala pada pesawat MRI di RSUD Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan yang dinilai secara objectif oleh 3 radiografer image yang dihasilkan pesawat MRI yang penulis uji tidak mampu menampakkan spot-spot hiperintens pada semua kelompok secara terpisah. Spot-spot tersebut nampak sebagai garis hiperintens pada semua kelompok secara terpisah. Spot-spot tersebut nampak sebagai garis hiperintens pada masing masing grup. Oleh karena itu pada pengujian high contrast resolution ini pesawat MRI di RSUD. Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan dinyatakan tidak memenuhi standar.

Menurut ACR (2005), pengujian *High contrast Resolution* merupakan pengujian yang dikakukan untuk mengetahui kemampuan objek kecil dengan kontras tinggi. Standar ACR mengatakan bahwa pesawat MRI seharusnya mampu memiliki resolusi minimal 1,0 mm.

5. Pengujian *Low Contrast Resolution*

Pengujian *Low Contrast Resolution* dilakukan pada slice ke-8 hingga ke-11. Pada slice ini terdapat sejumlah 10 spokes pada masing-masing slice. Spokes ini tampak sebagai lingkaran-lingkaran hiperintens yang memiliki ukuran semakin mengecil kearah pusat image. Standar ACR menyatakan pesawat MRI seharusnya mampu menampakkan jumlah minimal sebanyak 9 spokes pada keempat slice ke -8 sampai ke-11. Image yang dihasilkan oleh pesawat MRI yang penulis uji tidak mampu menampakkan spokes pada ke-4 slice. Oleh karena itu, pesawat MRI merk Siemens Magnetom Concerto 0,2 T di instalasi radiologi RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan dinyatakan tidak memenuhi standar ACR dan pabrikan pengujian *Low Contrast Resolution*. Pengujian *Low Contrast Resolution* merupakan pengujian resolusi yang dihasilkan pesawat MRI berdasarkan perbedaan intensitasnya.

6. Pengujian *Slice Thickness Accuracy*

Pada pengujian *slice thickness accuracy* diperoleh hasil slice thickness 4,904 mm, sedangkan slice thickness yang diinginkan pada perencanaan protokol awal sebesar 5 mm sehingga terdapat slice thickness error 0,07 mm. Berdasarkan standar ACR dan pabrikan toleransi selisih slice thickness error adalah $\pm 0,7$ mm. Oleh karena itu, maka pesawat MRI di instalasi radiologi RSUD DR Kanujoso

Djatiwibowo Balikpapan memenuhi standar pengujian *slice thickness accuracy*. Tujuan dilakukan pengujian *slice thickness Accuracy* adalah untuk menentukan ketepatan dan akurasi ketebalan irisan.

7. Pengujian *Slice Position Accuracy*

Pengujian *slice position accuracy* dilakukan pada slice ke-1 dan ke-11. Hasil pengujian *slice position accuracy* menunjukkan nilai *slice position error* sebesar 0,65 mm, sedangkan standar ACR dan pabrikan memberikan toleransi sebesar ± 5 mm. Pada pengujian parameter ini pesawat MRI di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan memenuhi standar pengujian *position accuracy*. Tujuan pengujian *Slice Position Accuracy* adalah untuk menguji ketepatan posisi irisan aksial pada lokasi spesifik dengan menggunakan localizer sagital.

Hasil keseluruhan pengujian menunjukkan bahwa pesawat MRI di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan tidak memenuhi standar internasional dan pabrikan pada 5 parameter yaitu pengujian SNR, *Artefact Analysis*, *Geometric Accuracy*, *High Contrast Resolution* dan *Low Contrast Resolution* dan harus dilakukan perbaikan. Sedangkan pada 2 parameter yang lain *slice thickness accuracy* dan *slice position accuracy* pesawat MRI sesuai dengan standar internasional dan pabrikan atau masih dalam batas toleransi.

Menurut peneliti kegagalan pemenuhan standar kinerja pesawat MRI di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan dapat terjadi akibat beberapa hal yaitu, masa pakai yang telah lama, frekuensi penggunaan yang tinggi, *maintenance* serta pemantauan kinerja pesawat MRI yang tidak dilakukan secara berkala. Guna memperbaiki kinerja pesawat selanjutnya perlu dilaporkan hasil pengujian ini kepada teknisi pabrikan sehingga dapat

dilakukan *repairment* dan *maintenance* terhadap pesawat tersebut.

Simpulan

Pengujian SNR secara berkala yang dilakukan di RSUD DR Kanujoso Djatiwibowo Balikpapan didapatkan hasil pengujian dalam rentang 20-22, tidak ada yang melebihi standar pengujian SNR sehingga dapat disimpulkan bahwa pesawat MRI tidak memenuhi standar SNR. Pengujian *Artefact Analysis* sebagian besar responden menyatakan ada terlihat *ghosting* dan *blurring*. Sehingga dalam pengujian *artefact analysis* dikatakan pesawat MRI tidak memenuhi standar pengujian *Artefact Analisis*. Karena pada citra yang dihasilkan terdapat *Ghosting*, *Blurring*, dan *Black/ Bright Spot*.

Pengujian *Geometric Accuracy* tidak memenuhi standar pengujian *Geometric Accuracy*. Karena nilai dari sumbu x pada minggu ke-1 0,28 cm dan nilai sumbu z pada minggu ke-4 0,23 yaitu melebihi standar *geometric error* yaitu sebesar $\pm 0,2$ cm. Pengujian *High Contrast Resolution* tidak memenuhi standar pengujian. Karena *resolution insert* tidak terpisah hingga kelompok ke 3 dari minggu ke 1 sampai minggu ke 4. Pengujian *Low Contrast Resolution*, pesawat MRI tidak memenuhi standar pengujian *Low Contrast Resolution*. Karena pada minggu pertama hingga minggu ke empat tidak terlihat spokes pada gambaran.

Pengujian *Slice Thickness Accuracy* pada pesawat MRI memenuhi standar pengujian *Low Contrast Resolution*. Karena hasil pengujian *Slice Thickness Accuracy* yaitu 0,096 mm yaitu masih dalam standar toleransi *slice thickness error* $\pm 0,7$ mm. Pengujian *Slice Position Accuracy* pada pesawat MRI memenuhi standar pengujian *Slice Position Accuracy*. Karena hasil pengujian *Slice Position Accuracy* yaitu 0,65 mm yaitu masih dalam standar toleransi *slice position error* ± 5 mm.

Daftar Pustaka

- AAPM Report No. 100. *Acceptance Testing and Quality Assurance Procedures for Magnetic Resonance Imaging Facilities*. American Association of Physicists in Medicine. 2010.
- American Collage of Radiology (ACR). *ACR Technical Standard For Diagnostic Medical Physics Performance Monitoring Of Magnetic Resonance Imaging (MRI) Equipment*. New York. 2009.
- American Collage of Radiology (ACR). *NCI Centers of Quantitative Imaging Excellence*. New York. 2012.
- American Collage of Radiology (ACR). *Magnetic Resonance Imaging Quality Control Manual*. New York. 2015.
- Davids, M., Zollner, FG., Ruttorf, M., Nees, F., Flor, H., Schumann, G., dan Schad, LR.. *Fully-automated Quality Assurance in Multi-center Studies Using MRI Phantom*. Elsevier. 2014.
- Panych, LP., Chiou, YG., Qin, L., Kimbrell, VL., Bussolari, L., dan Mulkern, RV.. *On Replacing the Manual Measurement of ACR Phantom Images Performed by MRI Technologists with an Automated Measurement Approach*. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2015.

- Papp, J.. Quality Management in The Imaging Sciences : Fifth Edition. Elsevier. 2015.
- Qiu, J., Wang, G., Min, J., Wang, X., dan Wang, P.. Testing the Quality of Images for Permanent Magnet Desktop MRI Systems Using Specially Design Phantoms. Physics Medicine & Biology. 2013.
- Toni, I.. Quality Control Methods for Magnetic Resonance Imaging in a Multi-unit Medical Imaging Organization. 2016.
- Westbrook, Catherine., Handbook Of MRI Technique Fourth Edition. United Kingdom. 2011.