



ARTEFAK ALIASING CITRA MRI HUMERUS MENGGUNAKAN BODY COIL PADA PENGATURAN VARIASI FREQUENCY ENCODING DIRECTION DAN PHASE OVERSAMPLING

Rini Indrati*); Ahmad Ali Hamdan; Dartini; Marichatul Jannah

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi; Poltekkes Kemenkes Semarang
Jl. Tirta Agung Pedalangan Banyumanaik Semarang

Abstrak

Pemeriksaan MRI humerus menggunakan *body coil* sering ditemukan artefak aliasing. Terdapat dua cara untuk menghilangkan artefak aliasing yaitu dengan pengaturan *frekuensi encoding direction* dan *phase oversampling*. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan artefak aliasing pada gambar MRI humerus dengan menggunakan *body coil* dalam variasi pengaturan *frekuensi encoding direction* dan *phase oversampling* serta menentukan pengaturan terbaik *frekuensi encoding direction* dan *phase oversampling*. Penelitian adalah eksperimental *one shot case study*. Variasi *frekuensi encoding direction* adalah *head to feet* dan *feet to head* sedangkan *phase oversampling* adalah 0%, 50% dan 100%. Penilaian gambar dari 16 volunteer dilakukan oleh dokter spesialis radiologi meliputi kejelasan artefak aliasing. Data dianalisis menggunakan uji Friedman dilanjutkan uji Wilcoxon pada tingkat kesalahan 5%. Ada perbedaan artefak aliasing gambar MRI humerus menggunakan *body coil* dengan variasi pengaturan *frekuensi encoding direction* dan *phase oversampling* dengan nilai $p < 0,001$. *Frekuensi encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* maksimum menghasilkan gambar yang paling baik. Ada perbedaan artefak aliasing gambar MRI humerus menggunakan *body coil* dengan variasi pengaturan *frekuensi encoding direction* dan *phase oversampling*. Gambar terbaik diperoleh dengan *frekuensi encoding direction head to feet* dan *phase oversampling* 100%.

Kata kunci: *Frequency Encoding Direction; Phase Oversampling; MRI humerus; Artefak Aliasing*

Abstract

[ALIASING ARTIFACT OF HUMERUS MRI IMAGE USING COIL BODY IN FREQUENCY ENCODING DIRECTION AND PHASE OVER SAMPLING VARIATIONS] Humeral MRI examination using *body coil* is often found in aliasing artifacts. There are two ways to eliminate aliasing artifacts by setting the frequencies encoding direction and phase oversampling. The purpose of the study was to determine the differences in aliasing artifacts on the humerus MRI images using a coil body in a settings variety of frequency encoding direction and phase oversampling and determine the best settings for frequency encoding direction and phase oversampling. The study is an experimental *one shot case study*. The variation of frequency encoding direction is *head to feet* and *feet to head* while phase oversampling is 0%, 50% and 100%. The image evaluation of 16 volunteers was carried out by radiologist including clarity of aliasing artifacts. Data were analyzed using the Friedman test followed by the Wilcoxon test at an error rate of 5%. There are differences in aliasing artifacts of the humerus MRI images using a *body coil* with variations in the setting of frequency encoding direction and phase over sampling with a value of $p < 0.001$. The encoding frequency of the head to feet direction in the maximum phase oversampling produces the best image. There are differences in aliasing artifacts of humeral MRI images using a *body coil* with variations in the frequency encoding direction and phase over sampling. The best image is obtained with the frequency of encoding head to feet direction and 100% phase oversampling.

Keywords: *Frequency Encoding Direction, Phase Oversampling, Humeral MRI, Aliasing Artifacts.*

*) Rini Indrati

Email : riniindrati@poltekkes-smg.ac.id

1. Pendahuluan

Akuisisi data pada pemeriksaan MRI berlangsung cukup lambat, memerlukan waktu beberapa menit untuk sebuah sekuens. Hal ini menjadi alasan mengapa citra MRI sangat sensitif terhadap pergerakan. Dari sensitifitas alat MRI terhadap pergerakan pada saat akuisisi data inilah yang menyebabkan timbulnya gambaran yang tidak diinginkan atau artefak dikarenakan pasien bergerak saat lamanya akuisisi citra MRI. *Motion* artefak adalah artefak yang paling sering terjadi pada citra MRI, salah satu penyebab timbulnya *ghosting* atau *noise* adalah pada *phase encoding* (Nguyen 2001). Sampling pada *phase encoding* dapat berlangsung selama beberapa detik, bahkan beberapa menit untuk mengumpulkan seluruh data pada garis k-space sehingga dapat dianalisa dengan transformasi fourier (Erasmus, 2004).

Pada beberapa rumah sakit pemeriksaan MRI humerus dilakukan dengan menggunakan *body coil*. Pengaturan FOV pada MRI humerus sebesar objek humerus kiri dengan area akuisisi mencakup kedua humerus dan rongga thorax. Hasil citra menunjukkan gambaran artefak aliasing. Parameter *frequency encoding direction* dan *phase oversampling* dirubah oleh radiografer dengan tujuan menghilangkan artefak, sehingga artefak aliasing hilang dari hasil citra.

Upaya untuk meningkatkan *bandwidth sampling* atau *oversampling* dapat menghilangkan artefak aliasing (Morelli, 2016). Artefak aliasing atau *wrap around* adalah *missmapping* anatomi yang terletak di luar FOV tetapi dalam *slice volume*. FOV yang lebih kecil ukuran objek yang dicitrakan. Ini dapat disebabkan oleh gradien non-linear atau *undersampling* dari frekuensi yang terkandung dalam sinyal balik.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimental *one shot case study*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *phase oversampling* dan *frequency encoding direction* dalam parameter MRI humerus dengan variabel terikat dalam penelitian ini adalah artefak aliasing pada hasil citra MRI humerus serta variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah *Time Repition (TR)*, *Time Echo (TE)*, *Field of View (FOV)*, *Slice Thickness*, *Interval gap*, Matriks, dan *body coil*.

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan *scanning* pada 16 sampel dengan protokol pemeriksaan MRI humerus menggunakan *body coil*, kemudian

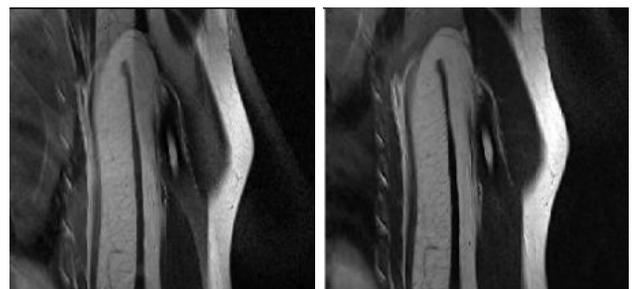
dilakukan *scanning* dengan perubahan parameter *frequency encoding direction* sebanyak dua kali yaitu *head to feet* dan *right to left* selanjutnya kedua parameter tersebut di lakukan variasi parameter *phase oversampling* sebanyak tiga kali yaitu 0%, 50%, dan 100%, sehingga didapat 16 citra untuk setiap variasi. Citra MRI yang dihasilkan dinilai oleh dokter spesialis radiologi mengenai kejelasan artefak aliasing.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian mengenai gambaran artefak aliasing citra MRI humerus pada *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* dengan menggunakan *body coil* dilakukan dengan menggunakan *sequence FSE T2* pada potongan *coronal*. Penelitian dilakukan terhadap enam belas volunteer sebagai sampel, dari setiap sampel dilakukan pemeriksaan MRI humerus menggunakan *body coil* dengan beberapa *scanning* pada sekuen yang sama tetapi dilakukan perubahan parameter *frequency encoding direction* dengan variasi *oversampling*.

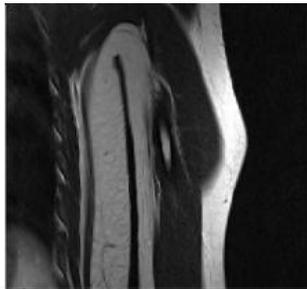
Untuk satu orang sampel dilakukan enam kali *scanning* dengan dua kali perubahan parameter *frequency encoding direction* yaitu *head to feet* dan *right to left* dimana masing-masing parameter tersebut juga dilakukan variasi perubahan parameter *phase oversampling* sebanyak tiga kali yaitu *phase oversampling* 0%, 50%, dan 100%. Dari 16 sampel didapatkan sebanyak 96 citra MRI, diperoleh dari perubahan parameter *frequency encoding direction* dan *phase oversampling* untuk setiap volunteer enam kali *scanning*.

Gambar 1 merupakan hasil citra variasi *phase oversampling* pengaturan 0%, 5%, dan 100% dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction* yang sama yaitu *head to feet* :



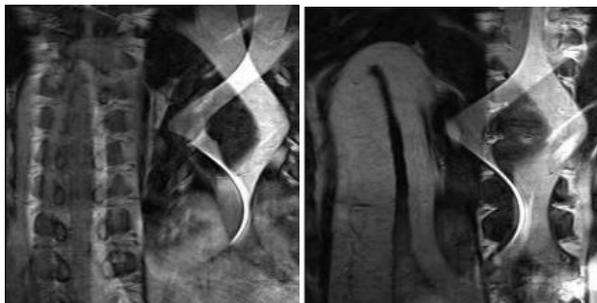
a. Over Sampling 0 %

b. Over Sampling 50 %



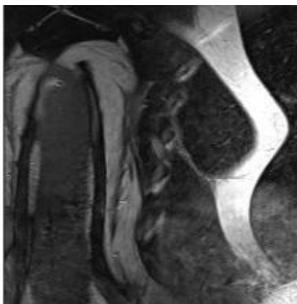
c. Over Sampling 100 %

Gambar 2. merupakan hasil citra variasi *phase oversampling* dari pengaturan 0%, 5%, dan 100% dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction* sama yaitu *right to left*.



a. Over Sampling 0 %

b. Over Sampling 50 %



c. Over Sampling 100 %

Gambar 2. Hasil citra *frequency encoding direction right to left* dengan variasi *phase oversampling*

A. Hasil uji keselarasan responden

Hasil penilaian citra dari dua responden tentang kejelasan artefak pada citra dilakukan analisis keselarasan dengan menggunakan uji *cross tabulation* (uji *kappa*) untuk mengetahui tingkat objektifitas dari penilaian dua dokter spesialis radiologi setiap citra hasil variasi pada perubahan parameter *frequency encoding direction* dan variasi *phase oversampling* terhadap munculnya artefak *aliasing*.

Tabel 1. Hasil Uji Statistik *Cross Tabulation* (*Kappa*) antara dua responden terhadap penilaian artefak

<i>Freq. Enc direction</i>	Koefisien Kappa
<i>Head to Feet</i>	1,000
<i>Right to Left</i>	-

Dari hasil analisa uji statistik *cross tabulation* (uji *kappa*) terhadap penilaian kedua responden dokter spesialis radiologi menunjukkan hasil tingkat objektifitas perubahan parameter *frequency encoding direction head to feet* dengan variasi *phase oversampling* terhadap munculnya artefak *aliasing* sebesar 1,000.

Pada hasil analisa uji *cross tabulation* (*kappa*) terhadap penilaian kedua dokter spesialis radiologi pada parameter *frequency encoding direction right to left* dengan variasi *phase oversampling* terhadap munculnya artefak *aliasing* tidak terbaca, hal ini dikarenakan nilai kuisioner antar kedua hasil dokter terdapat kesamaan dan tidak ada perbedaan jumlah nilai maupun nilai antar variasinya, hal ini menunjukkan bacaan responden adalah objektif.

B. Uji beda artefak aliasing pada variasi frekuensi encoding direction

Uji beda yang dilakukan untuk melihat perbedaan artefak aliasing secara keseluruhan dilakukan dengan uji *Friedman*. Hasil uji perbedaan artefak aliasing pada hasil citra pada *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* pada pemeriksaan MRI humerus menggunakan *body coil* ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Artefak Aliasing Citra MRI humerus pada Variasi *Frequency Encoding Direction* dan *Phase Oversampling*

Parameter	<i>p-value</i>
Frequency Encoding Direction Head to Feet	< 0,001
Direction Right to Left	

Hasil uji beda artefak aliasing secara keseluruhan pada *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* pada *sequence FSE T2 coronal* dengan nilai *p-value* <0,001. Dengan *p-value* sebesar < 0,001 ($p < 0,05$) menunjukkan ada perbedaan artefak aliasing pada hasil citra MRI humerus pada pengaturan variasi *frequency encoding direction* dan variasi *phase oversampling* dengan menggunakan *body coil*. Hasil Uji perbedaan artefak aliasing antar arah *frequency encoding direction* dan *phase*

oversampling dengan uji Wilcoxon seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Artefak Aliasing Citra MRI Humerus antar pengaturan *Frequency Encoding Direction Head to Feet* dan *Right to Left* dengan Variasi *Phase Oversampling*

Parameter	p-value
FED head to feet - right to left, <i>Phase oversampling</i> 0%	0,317
FED head to feet - right to left, <i>Phase oversampling</i> 50%	0,014
FED head to feet - right to left <i>Phase oversampling</i> 100%	0,014
FED head to feet, <i>Phase Oversampling</i> 0% dan 50%	0,025
FED head to feet, <i>Phase Oversampling</i> 0% dan 100%	0,020
FED head to feet, <i>Phase Oversampling</i> 50% dan 100%	0,014
FED right to left, <i>Phase Oversampling</i> 0% dan 50%	1,000
FED right to left, <i>Phase Oversampling</i> 0% dan 100%	1,000
FED right to left, <i>Phase Oversampling</i> 50% dan 100%	1,000
FED Head to feet 0% dan right to left 50%	0,317
FED Head to feet 0% dan right to left 100%	0,317
FED Head to feet 50% dan right to left 0%	0,014
FED Head to feet 50% dan right to left 100%	0,014
FED Head to feet 100% dan right to left 0%	0,014
FED Head to feet 100% dan right to left 50%	0,014

Hasil uji beda artefak aliasing antar kombinasi pengaturan *frequency encoding direction head to feet* dan *right to left* dan variasi *phase oversampling* menunjukkan adanya perbedaan pada kombinasi *FED head to feet - right to left, Phase oversampling* 50% (p value = 0,014), *FED head to feet - right to left Phase oversampling* 100% (p value = 0,014), *FED head to feet, Phase Oversampling* 0% dan 50% (p value = 0,025), *FED head to feet, Phase Oversampling* 0% dan 100% (p value = 0,020), *FED head to feet, Phase Oversampling* 50% dan 100% (p value = 0,014), *FED Head to feet* 50% dan right to left 0% (p value = 0,014), *FED Head to feet* 50% dan right to left 100% (p value = 0,014), *FED Head to feet* 100% dan right to left 0% (p value = 0,014), *FED Head to feet* 100% dan right to left 50% (p value = 0,014).

Hasil uji menunjukkan tidak ada perbedaan artefak aliasing pada beberapa pengaturan *frequency encoding direction* dan variasi *phase oversampling* citra MRI humerus dengan menggunakan *body coil frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0% dengan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 50% dan 100% (p value = 0,317), *FED right to left, Phase Oversampling* 0% dan 50% (p value = 1), *FED right to left, Phase Oversampling* 0% dan 100% (p value = 1), *FED right to left, Phase Oversampling* 50% dan 100% (p value = 1), *FED Head to feet* 0% dan right to left 50% (p value = 0,317) dan *FED Head to feet* 0% dan right to left 100% (p value = 0,317).

Hasil uji antar pengaturan *frequency encoding direction* dan *phase oversampling*

diperoleh peringkat dari setiap variasi yang menunjukkan urutan kualitas citra seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji peringkat kombinasi pengaturan *frequency encoding direction* dan *phase oversampling* dengan Uji Wilcoxon

Parameter	Mean Rank
Head to Feet 0%	0,00
Head to Feet 50%	3,00
Head to Feet 0%	0,00
Head to Feet 100%	3,50
Head to Feet 50%	0,00
Head to Feet 100%	3,50
Right to Left 0%	0,00
Right to Left 50%	0,00
Right to Left 0%	0,00
Right to Left 50%	0,00
Right to Left 0%	0,00
Right to Left 50%	0,00
Head to Feet 0%	1,00
Right to Left 0%	0,00
Head to Feet 50%	3,50
Right to Left 50%	0,00
Head to Feet 100%	3,50
Right to Left 100%	0,00
Head to Feet 0%	1,00
Right to Left 50%	0,00
Head to Feet 0%	1,00
Right to Left 100%	0,00
Head to Feet 100%	3,50
Right to Left 0%	0,00
Head to Feet 50%	3,50
Right to Left 100%	0,00
Head to Feet 100%	3,50
Right to Left 0%	0,00
Head to Feet 100%	3,50
Right to Left 50%	0,00

Berdasarkan hasil uji peringkat dengan uji beda Wilcoxon dari perubahan parameter *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* dapat diketahui bahwa hasil *mean rank* uji beda Wilcoxon pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0% yaitu 0,00 dan *phase oversampling* 50% yaitu 3,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50%.

Hasil *mean rank* uji beda Wilcoxon pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0% yaitu 0,00 dan *phase oversampling* 100% yaitu 3,50, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100%.

Hasil *mean rank* uji beda Wilcoxon pada

citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50% yaitu 0,00 dan *phase oversampling* 100% yaitu 3,50, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction right to left* pada *phase oversampling* 0% yaitu 0,00 dan *phase oversampling* 50% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra keduanya tidak memiliki perbedaan tentang kejelasan artefak.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction right to left* pada *phase oversampling* 0% yaitu 0,00 dan *phase oversampling* 100% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra keduanya tidak memiliki perbedaan tentang kejelasan artefak.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction right to left* pada *phase oversampling* 50% yaitu 0,00 dan *phase oversampling* 100% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra keduanya tidak memiliki perbedaan tentang kejelasan artefak.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0% yaitu 1,00 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 0% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0%.

Hasil *mean rank* uji beda dengan *Wilcoxon test* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50% yaitu 3,50 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 50% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100% yaitu 3,50 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 100% yaitu 0,00, berdasarkan nilai

mean rank tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0% yaitu 1,00 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 50% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0% yaitu 1,00 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 100% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 0%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50% yaitu 3,50 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 0% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50% yaitu 3,50 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 100% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 50%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100% yaitu 3,50 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 0% yaitu 0,00, berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra tentang kejelasan artefak lebih baik ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100%.

Hasil *mean rank* uji beda *Wilcoxon* pada

citra dengan pengaturan parameter *frequency encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100% yaitu 3,50 dan *frequency encoding direction right to left* dengan *phase oversampling* 50% yaitu 0,00. Berdasarkan nilai *mean rank* tersebut citra MRI humerus dengan artefak aliasing paling tidak jelas ditunjukkan pada gambar dengan parameter *encoding direction head to feet* pada *phase oversampling* 100%.

Artefak aliasing dalam MRI, juga dikenal sebagai wrap-around, adalah artefak MRI yang sering dijumpai yang terjadi ketika bidang pandang / field of View (FOV) lebih kecil dari bagian tubuh yang akan digambarkan. Bagian tubuh yang terletak di luar tepi FOV akan diproyeksikan ke sisi lain gambar (Blink, 2004).

Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan hasil citra *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* terhadap munculnya artefak aliasing pada pemeriksaan MRI humerus dengan menggunakan *body coil*.

Artefak aliasing terjadi ketika bagian FOV lebih kecil dari keseluruhan objek yang dicitrakan (tercakup dalam coil). Bagian anatomi tersebut tampak seperti bertumpuk dalam satu gambar. Bisa terjadi dalam *frekuensi encoding maupun phase encoding* (Westbrook, 2010).

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter *trade off* untuk mendapatkan citra yang optimal dengan hasil citra yang tidak terganggu oleh artefak walaupun dengan kondisi FOV yang kecil sesuai dengan kebutuhan diagnosa. Citra yang dihasilkan pada penelitian ini adalah *sekuens T2 FSE* pada potongan *coronal* dengan perubahan parameter *frequency encoding direction* dan perubahan variasi *phase oversampling* untuk mendapatkan berbagai hasil citra yang optimal tanpa terganggu oleh artefak aliasing yang diakibatkan karena pengaturan FOV yang terlalu kecil dibandingkan luas area akuisisi.

Hasil citra dari berbagai pengaturan parameter *frequency encoding direction* dan *phase oversampling* tersebut yang selanjutnya dilakukan penilaian oleh dua orang dokter spesialis radiologi yang kemudian hasilnya dilakukan uji *Cross Tabulation* (Kappa) untuk mengetahui tingkat objektifitas dari penilaian responden terhadap hasil citra tersebut.

Hasil uji *Cross Tabulation* (Kappa) menunjukkan hasil tingkat objektifitas pada hasil citra dengan *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* tersebut bernilai 1,000. Suatu ukuran kesepakatan antara dua penilai dalam mengklasifikasikan beberapa subjek ke dalam

satu dari dua kategori dikatakan mufakat (objektif) jika nilai Coheen Kappa dalam rentang terendah 0,61 (substansial agreement) sampai dengan 1,00 (almost perfect agreement). Berdasarkan hasil uji *Cross Tabulation* (Kappa) tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil penilaian dari kedua responden terhadap hasil penilaian citra tentang kejelasan artefak pada hasil citra *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* adalah objektif.

1. Hasil Pada *Frequency Encoding Direction* dengan Variasi *Phase Oversampling*

Berdasarkan hasil hasil uji beda *Friedman* secara keseluruhan dengan membandingkan nilai keseluruhan hasil penilaian kejelasan artefak dengan pengaturan parameter *Frequency Encoding Direction* dengan Variasi *Phase Oversampling* pada *sekuens T2 FSE* potongan *coronal*, dengan nilai *p-value* < 0,001 berarti tidak ada perbedaan hasil citra pada *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* pemeriksaan MRI Humerus dengan menggunakan *body coil*.

Uji dilanjutkan untuk mengetahui nilai dari setiap variasi yang dilakukan yaitu pada *frequency encoding direction head to feet* dan *frequency encoding direction right to left*. Pada uji beda *frequency encoding direction head to feet* dengan tiga variasi *phase oversampling* memperoleh *p-value* 0,003 yang berarti terdapat perbedaan kejelasan artefak pada perubahan parameter *frequency encoding direction head to feet* dengan tiga variasi *phase oversampling*.

Untuk uji beda *Friedman frequency encoding direction right to left* pada tiga variasi *phase oversampling* nilai *p-Value* tidak muncul dikarenakan hasil penilaian citra dari responden untuk tiap-tiap variasi besarnya sama dimana tidak ada beda nilai dari penilaian responden. Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan pada perubahan parameter *frequency encoding direction right to left* dengan tiga variasi *phase oversampling*.

Perbedaan hasil citra pada *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* pemeriksaan MRI Humerus dengan menggunakan *body coil* terjadi karena akuisisi yang berbeda. Pada perubahan *frequency encoding direction* yang berubah adalah akuisisi citra, pada kasus MRI Humerus dengan menggunakan *body coil* organ yang akan diperiksa adalah salah satu humerus, namun penggunaan *body coil* menyebabkan kedua humerus hingga thorax ikut masuk kedalam

area akuisisi. Area yang akan diperiksa hanya dibatasi sebatas FOV dan karena pembatasan FOV yang kecil tersebut terbentuk artefak aliasing. Arah akuisisi berperan dalam hal munculnya artefak aliasing pada MRI humerus karena ketika menghasilkan suatu potongan dengan FOV yang kecil dengan area akuisisi yang besar perlu mempertimbangkan arah awal akuisisi sedekat mungkin dengan FOV yang dibuat. *Frequency encoding direction head to feet* lebih menguntungkan pada pembuatan citra MRI humerus karena arah akuisisinya dari kepala kearah kaki, hal ini mengakibatkan akuisisi kedua humerus bersamaan dan pada akhirnya kemungkinan untuk terjadi aliasing artefak sangat minimal. Pada akuisisi dengan *frequency encoding direction right to left* awal akuisisi dari kanan ke kiri yang mengakibatkan akuisisi awal dari salah satu humerus menuju humerus lainnya, hal ini yang menyebabkan aliasing artefak dimana hasil citranya bertumpuk antara citra yang ada didalam FOV dengan citra diluar FOV.

2. Citra yang Lebih Baik pada *Frequency Encoding Direction* dengan *Phase Oversampling*

Uji beda dengan menggunakan Wilcoxon test pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perbedaan dari tiap-tiap variasi perubahan parameter yang dilakukan berdasarkan dari hasil uji *Wilcoxon* yang memperlihatkan nilai dari setiap variasi maka nilai pada perubahan parameter *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* pada *sekuens T2 FSE* potongan *coronal* menunjukkan bahwa perubahan pada *frequency encoding direction head to feet* terdapat perbedaan dari tiap-tiap perubahan variasi *phase oversampling* yang dilakukan dengan menunjukkan kenaikan nilai pada gambaran dimana ketika *phase oversampling* semakin besar maka artefak semakin hilang, sedangkan pada perubahan *frequency encoding direction right to left* cenderung tidak ada perbedaan hasil citra dari tiap-tiap perubahan variasi *phase oversampling*. Dengan kecenderungan nilai yang tetap dan hasil gambaran yang masih banyak terdapat artefak dari tiap-tiap perubahan variasi *phase oversampling*. Pada citra *sekuens T2 FSE* potongan *coronal* hasil citra menggunakan parameter *frequency encoding direction head to feet* lebih baik dibanding hasil citra menggunakan parameter perubahan *frequency encoding direction right to left*.

Artefak aliasing dalam MRI dapat dikompensasi dengan memperbesar bidang

pandang (FOV) menggunakan pre-saturation bands pada area di luar FOV, menggunakan software anti-aliasing, mengganti *fase encoding direction* dan menggunakan *surface coil* untuk mengurangi sinyal di luar area yang diinginkan (Pusey, 1986, Wewtbrook, 2011, Farr's, 2017).

Cara paling sederhana untuk menghilangkan lilitan artefak aliasing atau *wrap-around* adalah meningkatkan FOV untuk mencakup seluruh dimensi anatomi subjek ke arah itu. Tetapi cara ini juga mengurangi resolusi spasial, namun, FOV yang lebih besar berarti gradien yang lebih lemah. Untuk mengimbangi ini jumlah langkah *phase encoding* meningkat (*phase oversampling*), meningkatkan waktu scanning (tanpa mengubah FOV). Ini kadang-kadang disebut sebagai *no phase wrap*. Jika jumlah eksitasi (NEX atau NSA) lebih besar dari 1, jika mungkin dikurangi dapat mengurangi waktu scanning. Dalam hal peningkatan nilai *phase oversampling* semakin besar nilai *phase oversampling* semakin optimal citra yang dihasilkan dengan artefak aliasing semakin berkurang (Hashemi, 2010).

Perubahan yang dilakukan sesuai bahwa meningkatkan *bandwidth sampling* atau *oversampling* dapat menghilangkan artefak aliasing ke arah *frekuensi encoding* tanpa menimbulkan penambahan dalam hal waktu akuisisi (Morelli, 2016). Membalikkan arah *frequency* fase encoding dapat dilakukan untuk mencegah aliasing, selama objek tetap dalam FOV dalam arah pengkodean fase. Jika tidak, artefak mungkin tetap ada tetapi anatomi yang menarik mungkin tidak lagi dikaburkan.

Menaikkan *phase oversampling* dapat meminimalkan artefak aliasing karena *phase oversampling* yang semakin tinggi dalam satu kali akuisisi pengisian citra dalam k-space disampling berulang sehingga citra yang dihasilkan dapat meminimalisir munculnya artefak aliasing (Elser, 2001).

4. Simpulan dan Saran

Ada perbedaan artefak aliasing pada hasil citra MRI pada *frequency encoding direction* dengan variasi *phase oversampling* pada pemeriksaan MRI humerus menggunakan *body coil*. Hasil citra terbaik diperoleh dengan menggunakan parameter *frequency encoding direction head to feet* dengan variasi *phase oversampling* maksimal yaitu 100%.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Poltekkes Kemenkes Semarang yang telah memberikan dana untuk kegiatan penelitian. Terimakasih juga disampaikan kepada Rumah Sakit Ken Saras Semarang yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian.

6. Daftar Pustaka

- Blink J, Evert. 2004. *MRI physics*. Netherlands.
- Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt jun. EM, Boone JM. 1994, *The Essential Physics of Medical Imaging*. Baltimore: Williams and Wilkins,
- Elster AD, Burdette JH, 2001. *Questions & Answers in Magnetic Resonance Imaging*. 2nd ed. St. Louis: Mosby.
- Erasmus LJ ChB D, Hurter MB ChB M, Naudé MB ChB H G, Hurter MB, Kritzinger MB , 2004, Department of Diagnostic Radiology University of the Free State, Department of Medical Physics University of the Free State Bloemfontein
- Farr's ,2007. *Physics for medical imaging*. Saunders Ltd.
- Hashemi, R,H, and Bradley,W, G. 2010. *MRI The Basic*, Lippincott William and Wilkins, Baltimore
- Lee SJ. 1998, An improved method for reduction of truncation artifact in magnetic resonance imaging. *Proceedings of SPIE: Applications of Digital Image Processing*;
- Morelli, John M, 2016. *An Image-based Approach to Understanding the Physics of MR Artifacts*, .radiographic.rsna.org
- Nguyen TD, Ding G, Watts R, Wang Yi., 2001, Optimization of view ordering for motion artifact suppression. *Magn Reson Imaging*
- Pusey E, Lufkin RB, Brown RK et-al, 1986. Magnetic resonance imaging artifacts: mechanism and clinical significance. *Radiographics*. PubMed.
- Westbrook, C . 2010. *MRI at a Glance*. Blackwell Science : Oxford
- Westbrook C, Roth CK, Talbot J. 2011, *MRI in Practice*. Wiley-Blackwell. Science : Oxford