

PERBEDAAN KUALITAS CITRA *SIGNAL TO NOISE* (SNR) PADA PENGGUNAAN *SENSITIVITY ENCODING* (SENSE) PADA PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY* PADA SEKUENS TSE POTONGAN T2 CORONAL

THE DIFFERENCES IMAGE QUALITY OF SIGNAL TO NOISE RATIO (SNR) IN SENSITIVITY ENCODING (SENSE) APPLIED ON MAGNETIC RESONANCE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY (MRCP) EXAMINATION SEQUENCES TSE T2 CORONAL

Hengky Saefulloh¹⁾ Siti Masrochah²⁾ Fatimah³⁾

1,2,3) Poltekkes Kemenkes Semarang

e-mail : hengky.saefulloh@gmail.com

ABSTRACT

Background : Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP) is a non invasive imaging examinations, which are used to evaluate the tractus biliaris, pancreatic ducts and gall bladder. In the last decade, one way to lower the scan time is with the method of parallel imaging. Parallel imaging has a basic function is the reduction of the time of the scan, as well as maintain the contrast of the image without the need for a system of higher performance gradients. Reduction of scan time in parallel imaging has some benefits. First, it is very useful for sequences that depends on the scanning time is short as a single breath hold. Second, the overall inspection time can be reduced, especially in patients with complaints of pain are great at certain positions such as pain when lying down, in patients of children or in cases of civil defence emergency. Breath hold itself has the purpose to avoid the image of the blur of movement organs. When breathing there is movement of the thoracic and abdominal organs in the cavum. However, the characteristics of each person has different breath hold. When the patient's breath hold insufficient at the time scanning takes place then the resulting image results become less than optimal and may cause artifacts in the picture. The scanning time on the MRCP examination sequences long enough to cause patients to press the emergency buzzer, this caused the patient to feel less comfortable at the time of the examination to take place, and the resulting examination is repeated from the beginning. Therefore researchers wanted to apply the technique of parallel imaging in examination of MRCP on T2 Coronal because of parallel imaging has benefits that are very useful for sequences that depends on the scanning time is short like a breath hold.

Methods : This type of research is research experiments. This research was conducted on MRI 1.5 Tesla in Hospitals Tarakan from Jakarta and carried out in 8 volunteers. The results of the performed image ROI value to get SNR, ROI was performed on the area of the right hepatic duct, left hepatic duct, gall bladder, common bile duct and cystic duct so the obtained average value for signal compared to the ROI on background (standard deviation noise). Data analysis was done by using different test with a test of T-test to tell the difference between the use of SENSE against SNR.

Results : The results of the calculation of the value of the average SNR of image sequence, MRCP Sequences TSE T2 Coronal without the SENSE on the anatomy of the right hepatic ductus 54.49; left hepatic ductus 55.54; gall bladder 91.07; the common bile duct 68.94 and cystic duct 60.46. While the value of SNR in image sequence, MRCP Sequences TSE T2 Coronal TSE that use the SENSE on the anatomy of the right hepatic duct 45.77; left duct hepatic 46.88; gall bladder 77.87; the common bile duct 60.72 and cystic duct 50.58

Scan time difference that is the average value of the scan time on Coronal T2 TSE piece sequences without SENSE for 1 minute 32 seconds while in the Coronal T2 TSE piece sequences using SENSE during 49 seconds or reduced by 46.7% compared with sequences TSE standards without SENSE on examination MRCP T2 Coronal.

Conclusion : Based on the results of the study explains that there is a difference between the use of SENSE against SNR in the T2 Coronal TSE sequence in MRCP examination with the highest level of the overall significance of the p-value < 0.05. On the use of SENSE decline SNR but scan time becomes shorter 46,7% compared with no use of SENSE

Keywords : *SENSE, MRCP, CORONAL T2WI TSE, SNR,*

PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP) adalah pemeriksaan imaging non invasive, yang digunakan untuk mengevaluasi *traktus biliaris, ductus pancreaticus* dan kandung empedu (Linely, 2006). Pemeriksaan untuk MRI secara umum dilaksanakan dengan menggunakan pembobotan *T1-Weighted Image* dan *T2-Weighted Image*. *T1-Weighted Image* digunakan untuk melihat anatomi sedangkan *T2-Weighted Image* digunakan untuk melihat patologi atau kelainan (Westbrook, 2011).

Dalam dekade terakhir, salah satu cara untuk menurunkan *scan time* adalah dengan metode *parallel imaging*. *Parallel MRI* merupakan teknik canggih untuk meningkatkan kecepatan akuisisi data MRI dengan melewati beberapa garis *phase encoding* pada *k-space* sementara arah frekuensi *encoding* tetap disampling penuh (Wang, 2010).

Pencitraan parallel memiliki fungsi dasar adalah pengurangan waktu scan, serta menjaga kontras citra tanpa memerlukan sistem kinerja gradien yang lebih tinggi. Karena akuisisi gambar yang lebih cepat, pencitraan paralel dalam

beberapa kasus bahkan dapat secara signifikan meningkatkan kualitas gambar (Blaimer dkk, 2004).

Parallel MRI bekerja dengan mengambil keuntungan dari sensitivitas informasi spasial yang melekat dalam beberapa elemen *receiver coil* untuk menggantikan sebagian waktu spasial *encoding*, yang biasanya dilakukan dengan mengubah gradien medan magnet (Blaimer dkk, 2004). Dalam *parallel imaging*, sebuah elemen *receiver coil* secara bersamaan mengumpulkan sinyal MR. *Scan time* dipersingkat dengan mengurangi jumlah langkah *phase-encoding*. Hasilnya, akan diperoleh gambar secara terpisah-pisah dengan FOV yang lebih kecil dan terdapat *aliasing artifact*. Sebuah gambar lengkap tanpa artefak direkonstruksi dengan menggabungkan gambar yang terpisah tersebut (Weishaupt, 2006)

Menurut Blaimer (2004), metode rekonstruksi *Paralel MRI* secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu rekonstruksi yang berlangsung di ruang gambar (*image space*) misalnya, SENSE, PILS dan rekonstruksi yang dilakukan di *k-space* misalnya, SMASH, GRAPPA. Dari sekian metode rekonstruksi paralel MRI, metode yang dipromosikan oleh vendor-vendor umumnya hanya dua, yaitu SENSE dan GRAPPA yang istilahnya berbeda-beda pada masing-masing vendor.

SENSE adalah salah satu teknik *parallel imaging* yang menggunakan citra yang dibentuk oleh koil *phased array*. Rekonstruksi SENSE dapat mempercepat pengisian *k-space* sehingga pengurangan *scan time* (Dale dkk. 2015)

Rekonstruksi citra SENSE menghasilkan kualitas citra dari segi kontras dan spasial resolusi yang sama dengan rekonstruksi citra standar dan memakan waktu yang dibutuhkan hanya setengahnya, akan tetapi dapat mengurangi nilai sinyal pada citra anatomi. Pengurangan SNR pada rekonstruksi SENSE dipengaruhi oleh penggunaan *reduction factor* (R) atau jumlah elemen pada koil *phased array* yang digunakan (Glocker dkk. 2015)

Teknik *parallel imaging* memanfaatkan elemen pada multiple koil penerima *phased array* dengan mengurangi baris *phased encoding* pada *k-space* sesuai faktor $1/R$ sehingga *sampling* tidak mengisi semua *k-space*. SENSE menyebabkan waktu akuisisi data menjadi berkurang dan menjadi lebih cepat sesuai R yang digunakan (Morelli dkk, 2011).

Reduksi *scan time* dalam *parallel imaging* memiliki beberapa manfaat. Pertama, sangat berguna untuk sekuens yang tergantung pada waktu *scanning* pendek seperti *single breath hold*. Kedua, waktu pemeriksaan keseluruhan dapat dikurangi, terutama pada pasien dengan keluhan nyeri yang hebat pada posisi tertentu seperti nyeri saat berbaring, pada pasien anak-anak atau pada kasus-kasus emergensi. Selain itu, *scan time* yang pendek juga dapat memberikan manfaat masalah biaya (Nölte, 2008).

Menurut Westbrook (2014), kualitas citra pada MRI dipengaruhi oleh beberapa faktor terdiri atas SNR (*signal to noise ratio*) yaitu perbandingan antara besarnya amplitudo sinyal dengan amplitudo derau (*noise*), CNR (*Contrast To Noise Ratio*) yaitu perbedaan SNR antara organ yang saling berdekatan, *spatial resolution* yaitu besarnya matriks akuisisi mengontrol resolusi citra dan waktu pencitraan (*scan time*).

Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Tarakan Jakarta Pusat, pesawat MRI yang digunakan adalah Philips Achieva 1,5 Tesla. Pada pesawat tersebut terdapat pilihan teknik *parallel imaging* yaitu dengan menggunakan SENSE dan tanpa menggunakan SENSE. Akan tetapi penggunaan SENSE jarang sekali diaplikasikan. Padahal secara teori penerapan SENSE memiliki keuntungan dari *scan time* akan tereduksi sekitar separuh dari teknik konvensional untuk tiap sekuens dan rekonstruksi citra SENSE menghasilkan kualitas citra dari segi kontras dan spasial resolusi yang sama dengan rekonstruksi citra standar.

Protokol pemeriksaan Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP) rutin di Instalasi Radiologi RSUD Tarakan salah satu sekuens yang digunakan adalah *breath hold*. *Breath hold* itu sendiri memiliki tujuan untuk menghindari gambaran kabur (*blur*) dari pergerakan organ. Ketika bernapas ada pergerakan rongga dada dan organ-organ dalam *cavum abdomen*. Namun karakteristik setiap orang memiliki tahan nafas yang berbeda-beda. Apabila tahan nafas pasien kurang maksimal pada saat *scanning* berlangsung maka hasil citra yang dihasilkan menjadi kurang optimal dan bisa menyebabkan artefak pada gambaran. Waktu *scanning* pada sekuens pemeriksaan MRCP yang cukup lama menyebabkan terkadang pasien menekan tombol *emergency buzzer*, hal ini disebabkan pasien merasakan kurang nyaman pada saat pemeriksaan berlangsung, dan mengakibatkan pemeriksaan diulang dari awal. Oleh karena itu peneliti ingin mengaplikasikan teknik *parallel imaging* pada pemeriksaan MRCP pada potongan T2 Coronal karena *parallel imaging* memiliki manfaat yang sangat berguna untuk sekuens yang tergantung pada waktu *scanning* pendek seperti *breath hold*.

Berdasarkan pengamatan di Instalasi RSUD Tarakan Jakarta Pusat, penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan antara menggunakan SENSE dengan tanpa menggunakan SENSE pada pemeriksaan Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP) potongan T2 Coronal sekuens *Turbo Spin Echo* yang dituangkan dengan judul "Perbedaan Kualitas Citra *Signal to Noise Ratio* (SNR) Pada Penggunaan *Sensitivity Encoding* (SENSE) Pada Pemeriksaan *Magnetic Resonance Cholangiopancreatography* (MRCP) Sekuen TSE Potongan T2 Coronal"

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan quasi eksperimental. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Tarakan Jakarta Pusat. Sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 8 (delapan) responden sehat atau probandus. Dari masing-masing responden dilakukan pemeriksaan MRCP pada sekuens TSE potongan T2 Coronal dengan dilakukan perlakuan yaitu dengan menambahkan teknik *parallel imaging* dengan metode SENSE dan tanpa dengan metode SENSE pada pemeriksaan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas citra *signal to noise ratio* (SNR) pada hasil citra

MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal pada penggunaan SENSE dan tanpa penggunaan SENSE.

Penilaian kualitas citra SNR ini dilakukan dengan cara *Region of Interest* (ROI) pada kriteria per anatomi pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal pada penggunaan SENSE dan tanpa penggunaan SENSE, dan pada daerah background. Ukuran ROI pada anatomi dan background seluas 2 mm². Anatomi yang dilakukan pengukuran SNR diantaranya adalah *right hepatic duct*, *left hepatic duct*, *common bile duct*, *gallbladder* dan *cystic duct*. Sedangkan untuk ROI pada daerah background berada di luar objek, dengan menghindari daerah artefak bila ada. Dalam display akan tertera nilai *mean* dan standar deviasi pada masing-masing daerah terukur.

Analisa data hasil SNR tersebut kemudian dilakukan uji statistik menggunakan *software* SPSS Statistics 24 for Windows. Dilakukan Uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal dan dilanjutkan dengan melakukan uji beda yaitu dengan Uji *Paired T-test*.

HASIL

Penelitian ini menggunakan 8 (delapan) responden. Dari masing-masing responden dilakukan pemeriksaan MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal dilakukan dengan menggunakan SENSE dan tanpa menggunakan SENSE. Setelah didapatkan data hasil penelitian kemudian citra tersebut dilakukan pengukuran nilai *signal to noise ratio* (SNR). Nilai yang sudah didapatkan kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai SNR setiap daerah terukur dengan cara membagi sinyal *mean* daerah terukur dengan rata-rata standar deviasi *noise* (daerah background).

Dari hasil nilai *mean signal* dan nilai *standar deviasi noise* pada masing-masing objek tersebut, dilakukan penilaian *signal to noise ratio* (SNR). Hasil nilai SNR yang diperoleh dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. Hasil Nilai Rata-rata SNR per Kriteria Anatomi Citra MRCP Sekuen TSE Potongan T2 Coronal

Anatomi	MRCP Sekuen TSE T2 Coronal	
	SENSE	Tanpa SENSE
<i>Right Hepatic Duct</i>	54,49	45,77
<i>Left Hepatic Duct</i>	55,54	46,88
<i>Gallbladder</i>	91,07	77,87
<i>Common Bile Duct</i>	68,94	60,72
<i>Cystic Duct</i>	60,46	50,58

Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan tabel diatas hasil perhitungan nilai SNR rata-rata dari citra MRCP sekuen TSE potongan T2 Coronal tanpa SENSE pada anatomi *right hepatic ductus* 54,49; *left hepatic ductus* 55,54; *gall bladder* 91,07; *common bile duct* 68,94 dan *cystic duct* 60,46. Sedangkan nilai SNR pada citra MRCP sekuen TSE potongan T2 Coronal yang menggunakan SENSE pada anatomi *right hepatic duct* 45,77; *left hepatic duct*

46,88; *gall bladder* 77,87; *common bile duct* 60,72 dan *cystic duct* 50,58

Setelah didapat nilai SNR per kriteria anatomi pada kedua perlakuan, selanjutnya dilakukan perhitungan selisih nilai SNR per kriteria anatomi pada pemeriksaan MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal. Berikut merupakan hasil selisih nilai rata-rata SNR pada per kriteria anatomi antara penggunaan SENSE dan tanpa SENSE pada pemeriksaan MRCP sekuen TSE potongan T2 Coronal:

Tabel 2. Hasil Selisih Nilai Rata-rata SNR pada citra MRCP Sekuen TSE Potongan T2 Coronal

Anatomi	Selisih Nilai SNR SENSE – Tanpa SENSE
<i>Right Hepatic Duct</i>	8,72
<i>Left Hepatic Duct</i>	8,66
<i>Gall Bladder</i>	13,20
<i>Common Bile Duct</i>	8,22
<i>Cystic Duct</i>	9,88

Sumber : Data Olah, 2018

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai selisih SNR rata-rata pada per kriteria anatomi pada pemeriksaan MRCP sekuen TSE potongan T2 Coronal pada penggunaan SENSE dan tanpa SENSE. Nilai selisih tersebut jika diurutkan dari nilai selisih yang terbesar ke yang terkecil menghasilkan nilai SNR per kriteria anatomi pada *Gallbladder* 13,20; *Cystic Duct* 9,88; *Right Hepatic Duct* 8,72; *Left Hepatic Duct* 8,66; dan *Common Bile Duct* 8,22.

Data selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, pengujian tersebut dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk, setelah didapatkan hasil dan berdistribusi normal dilanjutkan uji beda menggunakan uji *Paired T-test*. Berikut hasil uji beda pada pemeriksaan MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal:

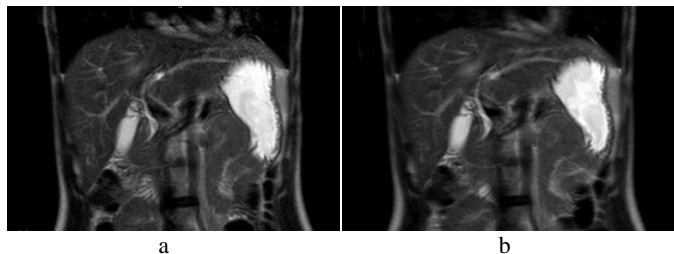
Tabel 3. Hasil Uji Paired T-test nilai SNR secara keseluruhan

Anatomi	P-value
<i>Right Hepatic Duct</i>	0,007
<i>Left Hepatic Duct</i>	0,001
<i>Gallbladder</i>	0,000
<i>Common Bile Duct</i>	0,001
<i>Cystic Duct</i>	0,004

Sumber : Data Olah SPSS, 2018

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa hasil Uji Paired T-test nilai SNR secara keseluruhan didapatkan tingkat kepercayaan (*confident level*) 95% ($\alpha = 5\%$) dengan nilai kemaknaan (p-value) lebih kecil dari α ($p < 0,05$) yakni pada organ *right hepatic duct* 0,007; *left hepatic duct* 0,001; *gall bladder* 0,000; *common bile duct* 0,001 dan *cystic duct* 0,004. dengan demikian maka H_0 ditolak dan H_a diterima, maka berarti ada perbedaan kualitas citra SNR yang signifikan pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal antara penggunaan SENSE dan tanpa SENSE.

Dibawah merupakan hasil citra dari pemeriksaan MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal pada penggunaan *parallel imaging* metode SENSE dan tanpa SENSE.



Gambar 1. Citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal pada penggunaan metode *parallel imaging* a) metode SENSE b) tanpa metode SENSE.

Hasil nilai rata-rata keseluruhan *scan time* dari ke delapan sampel pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal antara penggunaan *parallel imaging* metode SENSE dengan tanpa metode SENSE, sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Rata-rata Scan Time MRCP Sekuens TSE Potongan T2 Coronal

Citra	Waktu Scan (menit : detik)		Reduksi (menit : detik)	Persentase
	Tanpa SENSE	SENSE		
MRCP TSE Coronal	1:32	0:49	0:43	46,7 %

Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan *scan time* yaitu nilai rata-rata *scan time* pada sekuens TSE potongan T2 Coronal tanpa SENSE selama 1 menit 32 detik sedangkan pada sekuens TSE potongan T2 Coronal menggunakan SENSE selama 49 detik atau berkurang sebesar 46,7 % dibandingkan dengan sekuens TSE standar tanpa SENSE pada pemeriksaan MRCP potongan Coronal.

DISKUSI

Berdasarkan Uji Paired T-test yang telah dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan dari variabel independen terhadap dependen. Menyatakan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan SENSE terhadap kualitas citra *signal to noise ratio* (SNR) pada sekuens TSE potongan T2 Coronal pemeriksaan MRCP dengan nilai kemaknaan *p-value* lebih kecil dari α ($p < 0,05$) yakni pada anatomi nilai *p-value* nya *right hepatic duct* 0,007; *left hepatic duct* 0,001; *gall bladder* 0,000; *common bile duct* 0,001 dan *cystic duct* 0,004.

Perbedaan tersebut dikarenakan sinyal yang dihasilkan pada penggunaan SENSE pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal terjadi permasalahan di beberapa region anatomi yang mana menyebabkan sinyal rendah dan *noise*

lebih dominan. Dikarenakan *signal to noise ratio* (SNR) berbanding terbalik dengan *noise* dan berbanding lurus dengan sinyal. Maka jika sinyal rendah dan *noise* banyak maka hasil nilai SNR pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal pada penggunaan SENSE menjadi menurun dibandingkan nilai SNR pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal. Hal ini menyebabkan ada perbedaan nilai SNR pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal antara penggunaan SENSE dengan tanpa SENSE. Dan kemudian pada citra sekuens TSE potongan T2 Coronal tanpa SENSE tidak terjadi adanya pengurangan baris *phase encoding* pada *sampling time* setiap *voxel*. Sedangkan pada citra sekuens TSE potongan T2 Coronal menggunakan SENSE terjadi adanya pengurangan baris *phase encoding* pada *sampling time* setiap *voxel* dari elemen koil *phased array*, sehingga *amplitudo* sinyal pada organ anatomi yang dihasilkan menjadi turun. Oleh karena itu pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal menggunakan SENSE memiliki SNR yang lebih rendah dibandingkan dengan citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal tanpa SENSE.

Untuk hasil citra khususnya mengenai citra anatomi, antara citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal tanpa SENSE dengan citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal menggunakan SENSE, anatomi yang ditampilkan *seperti right hepatic duct, left hepatic duct, gallbladder, common bile duct* dan *cystic duct* tidak jauh berbeda antara kedua teknik tersebut.

Berdasarkan hasil uji secara deskriptif menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai *scan time* pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal antara penggunaan SENSE dengan tanpa SENSE dengan selisih waktu akuisisi sebesar 43 detik (46,7%).

Perbedaan tersebut dikarenakan teknik akuisisi antara menggunakan SENSE dan tanpa menggunakan SENSE yang berbeda. Menurut Morelli dkk (2011), bahwa dengan SENSE tidak hanya menggunakan *turbo factor* yang panjang tetapi juga memanfaatkan elemen pada multiple koil pertama *phased array* dan mengurangi baris *phase encoding* pada *K-space* sesuai dengan faktor $1/R$ dimana R adalah *reduction factor* atau jumlah elemen pada koil *phased array* yang digunakan, sehingga *sampling* tidak mengisi *K-space* menjadikan waktu akuisisi data menjadi berkurang dan menjadi lebih cepat sesuai dengan R yang digunakan.

Pada penelitian ini pemeriksaan MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal dengan SENSE menggunakan *coil* dengan 2 elemen. Sehingga *R-factor* yang digunakan adalah 2. Jika dimasukan dengan rumus $1/R$ maka, *reduction scan time* nya menjadi $\frac{1}{2}$ atau 50% dari *scan time* dari citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal yang tidak menggunakan SENSE.

Menurut Ryan dkk (2005), bahwa teknik yang cepat memiliki keuntungan tidak hanya dari mengurangi adanya pergerakan, tetapi juga potensial untuk mengurangi waktu akuisisi. Teknik *parallel imaging* memiliki potensial tersebut yaitu dengan menggunakan sekuens yang cepat dengan penggunaan gradien yang dioptimalkan, sehingga potensial untuk mendapatkan pengurangan waktu akuisisi tanpa

mengurangi efek yang signifikan pada kualitas citra diagnostik yang diperoleh.

Tentunya dengan pengurangan *scan time* dengan prosentase tersebut jika diterapkan akan sangat bermanfaat pada pasien MRCP atau pasien MRI yang lain yang membutuhkan *scan time* yang singkat, seperti pasien yang non kooperatif, pasien dengan tingkat kesakitan yang cukup tinggi yang rawan terjadinya pergerakan pasien. Sehingga *scan time* yang lebih singkat akan meminimalisir artefak karena pergerakan pasien.

Total *scan time* akan lebih dapat menjadi lebih singkat lagi jika dilakukan dengan *R-factor* yang lebih tinggi dan juga jika diterapkan pula pada potongan *axial* atau citra 3D. Maka dari itu penelitian lebih lanjut perlu dilakukan.

Dari uraian di atas maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan diantaranya bahwa teknik *parallel imaging* dapat diterapkan pada pasien-pasien dengan tingkat kesakitan yang tinggi. Karena dengan teknik *parallel imaging* SENSE, waktu akuisisi akan berkurang sekitar separuh dari teknik rutin untuk masing-masing sekuens. Dengan waktu yang lebih singkat ini memang terjadi perbedaan kualitas informasi citra dengan teknik standar TSE tanpa SENSE, karena dengan teknik tanpa SENSE citra diperoleh secara utuh pada saat akuisisi, sedangkan pada teknik *parallel imaging*, citra yang diperoleh dari hasil penggabungan citra yang diakuisisi *undersampling* dengan *multiple coil* yang ada.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian untuk mengetahui apakah ada perbedaan kualitas citra *signal to noise ratio* (SNR) pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal antara penggunaan metode *parallel imaging* metode SENSE dan tanpa SENSE, dapat diambil kesimpulan bahwa ada perbedaan kualitas citra *signal to noise ratio* (SNR) pada citra MRCP sekuens TSE potongan T2 Coronal antara penggunaan SENSE dan tanpa SENSE dengan nilai kemaknaan *p-value* pada organ *right hepatic duct* 0,007; *left hepatic duct* 0,001; *gall bladder* 0,000; *common bile duct* 0,001; dan *cystic duct* 0,004 atau dengan kata lain nilai kemaknaan secara keseluruhan *p-value*, $p < 0,05$. Ada perbedaan *scan time* pada pemeriksaan MRCP yang menggunakan teknik *parallel imaging* metode SENSE dengan tanpa SENSE, pada pemeriksaan yang menggunakan SENSE *scan time* yang dihasilkan menjadi lebih singkat dibandingkan dengan tanpa menggunakan SENSE. *Scan time* menjadi lebih singkat 46,7 % pada penggunaan SENSE.

DAFTAR PUSTAKA

- Blaimer, Martin. et al. 2004. SMASH, SENSE, PILS, GRAPPA: How to Choose the Optimal Method. *Top Magn Reson Imaging, Volume 15, Number 4*.
- Brown, M.A dan Richard C. Semelka. 2003. *MRI Basic Principle and Applications, Third Edition, John Wiley and Sons Inc, New Jersey*.
- Eltser, A.D. 2001. *Questions and Answers in Magnetic Resonance Imaging, 2e 2nd Edition. North Carolina. USA*
- Glockner, JF. et al. 2005. *Parallel MR Imaging: User's Guide. RSNA Radiographics. North America*.

- Griffin, Nyree, et al. 2011. *Magnetic resonance cholangiopancreatography: the ABC of MRCP. National Library of Medicine. USA*.
- Kaltenthaler E.C, et al. 2006. *MRCP compared to diagnostic ERCP for diagnostic when biliary obstruction is suspected: a systematic review. National Library of Medicine. USA*
- Liney, Gary P. 2006. *Magnetic Resonance Imaging (MRI). University of California Department of Electrical Engineering and Computer Sciences.*
- McRobbie, D. W. et al. 2006. *MRI From Picture to Proton, Second edition. United States of America by Cambridge University Press, New York.*
- Morelli J dan Runge V. 2011. *Essentials of Clinical MR, First edition. Thieme Medical Publisher Inc. New York USA.*
- Moeller, Torsten dan Reif Emil. 2003. *MRI Parameters and Positioning, Thieme Stuttgart, New York.*
- Notosiswoyo, M. dan Suswaty, S. 2004. *Pemanfaatan Magnetic Resonance Imaging (MRI) Sebagai Sarana Diagnosa Pasien. Media Litbang Kesehatan Volume XIV Nomor 3 tahun 2004.*
- Paulsen, F dan Waschke, J. 2011. *Sobotta Atlas of Human Anatomy, 15 th edition. Elsevier GmbH, Munich. Germany.*
- Pearce, E.C. 2016. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.*
- Ryan, M, Cunningham, et al. 2005. *A Comparison of fast MRI of hips with and without parallel imaging using SENSE, The British Journal of Radiology.*
- Snopek, M Albert. 1992. *Fundamentals of Special Radiographic Procedures. W.B. Saunders Company; Mexico*
- Wang, Haifeng. et al. 2010. *Cross-Sampled GRAPPA for Parallel MRI. USA: University of Wisconsin.*
- Weishaupt, Dominik. et al. 2006. *How Does MRI Work? An Introduction to the Physics and Function of Magnetic Resonance Imaging, Second Edition. ISBN-13 978-3-540-30067-0 Springer Berlin Heidelberg New York.*
- Westbrook, Chaterine and Kaut, Carolyne. 2011. *MRI in Practice, Second Edition. Blackwell Science Ltd : United Kingdom.*
- Westbrook, Chaterine. 2016. *MRI at Glance, Third edition. Faculty of Medical Science Anglia Ruskin University Cambridge: UK.*