



Analisis Signal To Noise Ratio pada Variasi Nilai Sensitive Encoding MRI Brain Sekuens DWI Potongan Axial

Hernastiti Sedyta Utami¹, Fani Susanto² Arga Pratama Rahardian³, Muhammad Erfansyah⁴
^{1,2,3} *Department of Radiologic Imaging Technology, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia*
⁴ *Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia*

Corresponding author: Hernastiti Sedyta Utami
e-mail: hernastitisedyautami@ump.ac.id

Received: January 29th, 2021; Revised: January 31th, 2021; Accepted: February 31st, 2021

ABSTRACT

Background: Brain MRI examination generally has a long scanning time because many protocols that must be used, one of them is DWI sequences, which are sequences that can provide pathological information on the brain. One way to reduce scan time is to use parallel imaging sensitivity encoding (SENSE) techniques. SENSE utilizing the spatial information RF coil phased array to reduce the acquisition time by reducing the number of sampling lines K space therefore produce quality and good spatial resolution, but its has the limitations, namely the reduction of SNR. The purpose of this research was to analyze in SNR on the variations of SENSE value in MRI brain DWI axial slices.

Methods: This research is a quantitative study with an experimental approach in 15 patients MRI Brain. Data was taken by calculating the SNR value through software for the region of interest (ROI) in *cortex cerebri*, *basal ganglia*, *thalamus*, *pons* and *cerebellum*, and then ROI in *noise background*. Data was analyzed descriptively by comparing the differences in SNR values obtained in MRI brain DWI axial between the use of various SENSE values, that are 2.0; 3.0 and 4.0.

Results: The mean of the SNR in each anatomy from SENSE values 2,0; 3,0; 4,0 are *cortex cerebri*: 785,74 ±40,14; 577,28 ±38,82; 372,16 ±9,26; *basal ganglia*: 921,98 ±17,71; 686,29 ±686,29; 444,19 ±18,52; *thalamus*: 966,95 ±31,88; 732,71 ±2,59; 510,21 ± 9,26; *pons*: 1260,53± 55,63; 878,99 ±18,89; 826,78 ±13,89; and *cerebellum*: 831,32± 25,02; 715,90 ±25,9; 657,46 ±4,62.

Conclusion: The highest SNR is found in the variation of 2.0 and the lowest value is 4.0. but the scan time is fastest at the 4.0 variation value. So the higher the value of SENSE variations will decrease the SNR value but the scan time is faster.

Keywords : *SENSE, SNR, brain MRI, DWI, axial*

Pendahuluan

MRI atau *Magnetic Resonance Imaging* merupakan salah satu pemeriksaan diagnostik dalam bidang kedokteran khususnya radiologi. Pencitraan resonansi magnetik adalah suatu teknik pencitraan medis yang menggunakan medan magnet dan radio frekuensi untuk memvisualisasikan dan menganalisa jaringan tubuh, aliran darah, dan fungsi metabolisme tubuh (Notosiswoyo, 2004).

Pemeriksaan MRI secara umum dilakukan 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, 2002). Pada MRI, potongan dapat diambil secara *axial*, *sagittal*, dan *koronal*. Saat ini pemeriksaan *magnetic resonance imaging* (MRI) merupakan pemeriksaan rutin di rumah sakit besar. Pada prinsipnya hampir seluruh organ tubuh dapat diperiksa dengan MRI. Pemeriksaan MRI 90% dilakukan pada organ kepala dan vertebra sedangkan sisanya 10% untuk pemeriksaan organ yang lain (Rasad, 2011).

Menurut Westbrook (2014), protokol pemeriksaan MRI *brain* yang dianjurkan yaitu *sagittal SE/FSE/incoherent (spoiled) GRE T1*, *axial/oblique SE/FSE PD/T2*, *coronal SE/FSE PD/T2* dan sekuens tambahan untuk mendeteksi *stroke* dini yaitu dengan *axial DWI*. Potongan axial

MRI *brain* merupakan “*gold standard*” dikarenakan dapat memperlihatkan organ lebih jelas dibandingkan dengan potongan yang lainnya (Liney, 2006).

Diffusion Weighted Imaging (DWI) menghasilkan kontras citra yang berbeda dari teknik MR konvensional. DWI sensitif dalam mendeteksi *stroke ischemic acute* dan membedakan antara *stroke* akut dengan gejala manifestasi lain akibat penurunan neurologis secara mendadak. DWI juga dapat memberikan informasi tambahan untuk kelainan otak lainnya termasuk neoplasma, infeksi *intracranial*, *traumatic brain injury*, dan proses demielinasi. Karena *stroke* merupakan hal umum dan perlu diagnosa berbeda, maka sekuens DWI perlu dipertimbangkan sebagai sekuens yang utama, dan penggunaannya dalam penelitian MRI *brain* sangat direkomendasikan (Pamela W. Dkk, 2000).

Kualitas citra yang dihasilkan dari pemeriksaan MRI *brain* ditentukan oleh beberapa faktor salah satunya adalah *Signal to noise ratio* (SNR). SNR adalah perbandingan antara besarnya amplitudo sinyal dengan amplitudo *noise*. Nilai SNR sangat berpengaruh terhadap kualitas citra yang dihasilkan. Nilai SNR sangat tergantung dari sinyal yang didapatkan dari organ, semakin tinggi nilai sinyal yang ada pada organ maka nilai SNR juga akan semakin tinggi (Westbrook dkk, 2011).

Pada pemeriksaan MRI *brain*, seringkali menjumpai pasien yang merasa kurang nyaman dikarenakan lamanya pemeriksaan, sehingga menyebabkan citra yang dihasilkan menjadi kurang optimal dan mengurangi informasi diagnostik. Salah satu cara yang dapat mengurangi *scan time* adalah dengan menggunakan teknik akuisisi paralel atau teknik *parallel imaging*. Salah satu teknik paralel *imaging* adalah *sensitivity encoding* atau SENSE.

SENSE adalah teknik paralel *imaging* yang menggunakan citra yang dibentuk oleh koil *phased array*. Rekonstruksi SENSE dapat mempercepat pengisian *K space* sehingga menyebabkan 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 (Glockner dkk, 2005). Teknik paralel *imaging* memanfaatkan elemen pada multipel koil penerima *phased array* dengan mengurangi baris *phase 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).

Nilai R pada SENSE yang baik digunakan pada pemeriksaan MRI *brain* adalah nilai 1,0 sampai dengan nilai 4,0 (Pruessmann dkk, 1999). Sedangkan menurut Bammer dkk (2001) menyebutkan bahwa nilai SENSE yang baik digunakan pada sekuens DWI adalah 1,0; 2,0; 3,0.

Dalam penelitian ini pesawat MRI yang digunakan adalah Philips Ingenia 3 Tesla. Pada pesawat tersebut terdapat pilihan teknik paralel *imaging* yaitu dengan menggunakan SENSE. Protokol tetap pada pemeriksaan MRI *brain* rutin di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Saiful Anwar Malang, teknik paralel *imaging* SENSE digunakan pada sekuens *diffusion weighted imaging* (DWI) dengan nilai 3,0, namun terkadang radiografer mengubah nilai yang sudah ditetapkan tersebut menjadi 1,8; 2,0; 2,5. Pada penelitian ini penulis ingin mengkaji lebih dalam mengenai variasi nilai SENSE pada sekuens DWI pemeriksaan MRI *brain* axial untuk mendapatkan citra yang optimal dan *scan time* yang cepat.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Populasi dan sampel penelitian adalah citra MRI *brain* dari tiga kelompok berpasangan citra MRI *brain* sekuens DWI axial nilai SENSE 2,0; citra MRI *brain* sekuens DWI axial nilai SENSE 3,0 dan citra MRI *brain* sekuens DWI axial nilai SENSE 4,0 dari 15 pasien, dengan kriteria inklusi pasien MRI *brain* dengan klinis, pria atau wanita kooperatif dengan usia 20-60 tahun, dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian, sedangkan untuk kriteria eksklusinya adalah penderita *claustrophobia* dan diberikan obat anastesi.

Penilaian citra MRI *brain* untuk penghitungan nilai SNR dilakukan dengan menggunakan *software* untuk ROI pada citra MRI *brain* sekuens DWI potongan *axial* pada nilai SENSE 2,0; 3,0 dan 4,0 setinggi *thalamus* untuk anatomi *cortex cerebri*, *basal ganglia*, *thalamus* dan setinggi *pons* untuk anatomi *pons* dan *cerebellum*, serta ROI pada *noise background*.

Penghitungan SNR dengan ROI sebesar 0,1 cm² untuk per kriteria anatomi dan 0,2 cm² untuk *noise background* (lihat Gambar 1). Penghitungan SNR citra SENSE yaitu $SNR_{TPI} = \frac{SNR_{standar}}{g\sqrt{R}}$ dimana TPI : Teknik paralel *imaging*, g : *geometry factor* dan R : *reduction factor*. Penilaian citra untuk

penghitungan nilai *scan time* dilakukan dengan menggunakan penghitung waktu *scanning* yang ada di monitor *workstation*.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan tingkat perbedaan nilai SNR yang didapatkan pada MRI *brain* sekuens DWI *axial* antara penggunaan variasi nilai SENSE 2,0; 3,0 dan 4,0.

Hasil dan Pembahasan

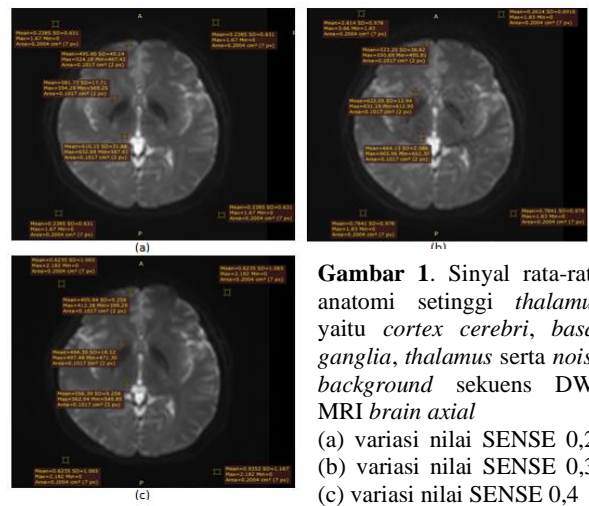
Penelitian ini dilakukan terhadap 15 pasien yang dilakukan pemeriksaan MRI *brain* sekuens DWI *axial* antara penggunaan nilai SENSE 2,0; 3,0 dan 4,0 dengan total waktu penelitian untuk masing-masing pasien terdapat penambahan sekitar kurang lebih 2 menit dari pemeriksaan rutin.

Citra yang telah didapatkan tersebut kemudian dilakukan titik ROI pada anatomi yang diinginkan yaitu *cortex cerebri*, *basal ganglia*, *thalamus*, *pons* dan *cerebellum* serta pada *noise background*. Selanjutnya dikalkulasikan untuk mendapatkan nilai SNR yang disajikan pada tabel 1.

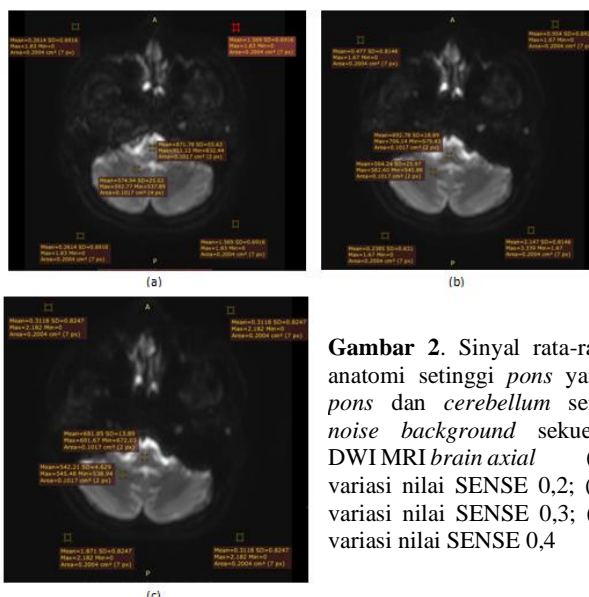
Tabel 1. Hasil rata-rata SNR per anatomi pada variasi nilai SENSE MRI *brain* sekuens DWI *axial* dari 15 pasien

Anatomi	SNR dan standar deviasi citra MRI <i>brain</i> sekuens DWI potongan <i>axial</i> dengan variasi nilai SENSE		
	0,2	0,3	0,4
<i>Cortex cerebri</i>	785,74 ±40,14	577,28 ±38.82	372,16 ±9,26
<i>Basal ganglia</i>	921,98 ±17,71	686,29 ±686,29	444,19 ±18,52
<i>Thalamus</i>	966,95 ±31,88	732,71 ±2,59	510,21 ± 9,26
<i>Pons</i>	1260,53± 55,63	878,99 ±18,89	826,78 ±13,89
<i>Cerebellum</i>	831,32± 25,02	715,90 ±25,97	657,46 ±4,62

Berdasarkan hasil kalkulasi nilai rata-rata SNR anatomi *cortex cerebri*, *basal ganglia*, *thalamus*, *pons* dan *cerebellum* pada citra MRI *brain* sekuens DWI *axial* antara penggunaan nilai SENSE 2,0; 3,0 dan 4,0, terdapat perbedaan nilai SNR pada masing-masing variasi nilai SENSE. Rata-rata nilai SNR masing-masing anatomi pada variasi SENSE 2,0 lebih besar dibandingkan dengan rata-rata nilai SNR SENSE 3,0 dan 4,0.



Gambar 1. Sinyal rata-rata anatomi setinggi *thalamus* yaitu *cortex cerebri*, *basal ganglia*, *thalamus* serta *noise background* sekuens DWI MRI *brain axial* (a) variasi nilai SENSE 0,2; (b) variasi nilai SENSE 0,3; (c) variasi nilai SENSE 0,4



Gambar 2. Sinyal rata-rata anatomi setinggi *pons* yaitu *pons* dan *cerebellum* serta *noise background* sekuens DWI MRI *brain axial* (a) variasi nilai SENSE 0,2; (b) variasi nilai SENSE 0,3; (c) variasi nilai SENSE 0,4

Perbedaan tersebut dikarenakan *encoding* pada citra DWI antara variasi SENSE yang berbeda. Pada citra DWI 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. Hal ini sesuai dengan Ryan dkk (2005), bahwa konsep teknik paralel *imaging* menggunakan koil *surface phased array* dan rekonstruksi algoritma menghilangkan artefak *wrapping* atau *aliasing*, sehingga mendapatkan sinyal yang informatif dari koil di luar FOV pada elemen koil individu. Pengurangan baris *phase encoding* dibutuhkan untuk mengisi *K space* citra pada setiap elemen koil, defisiensi potensial dipenuhi oleh penghilangan informasi *wrapping* untuk menghasilkan spasial resolusi citra tinggi. Proses SENSE inilah yang menyebabkan

pengurangan sinyal pada citra DWI menggunakan SENSE.

Citra sekuens DWI MRI brain potongan axial dengan variasi SENSE 2,0 memiliki nilai SNR tertinggi pada masing-masing anatomi. Sebaliknya pada variasi nilai SENSE 4,0 memiliki nilai SNR terendah dibandingkan dengan variasi nilai SENSE 2,0 dan 3,0. Berdasarkan hasil tersebut, maka semakin tinggi nilai *reduction factor* pada SENSE maka akan memiliki nilai SNR yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan Willineck dkk (2003), bahwa rekonstruksi SENSE mengurangi baris *phase encoding* menggunakan SENSE *reduction factor* (R). Proses SENSE menyebabkan pengurangan sinyal pada variasi nilai SENSE yang diberikan, pengurangan baris k-space tergantung nilai SENSE yang digunakan. Menurut Brown (2014), apabila menggunakan SENSE 2 terjadi pengurangan 2 baris, SENSE 3 terjadi pengurangan 3 baris begitu pula dengan penggunaan SENSE 4 terjadi pengurangan 4 baris pada k-space.

Penurunan SNR pada citra DWI menggunakan variasi SENSE tersebut tidak menyebabkan kualitas citra yang berbeda secara signifikan dikarenakan dengan pengurangan FOV dan adanya sensitivitas spasial dari koil *phased array* yang digunakan untuk menyediakan informasi spasial pada citra yang akan dibutuhkan dalam transformasi *fourier MR imaging*.

Teknik paralel *imaging* menggunakan gradien yang lebih cepat dan kuat untuk meningkatkan waktu akuisisi, sensitivitas spasial dari koil *phased array* digunakan untuk menyediakan informasi spasial pada citra yang akan dibutuhkan dalam transformasi *fourier MR imaging* atau dengan kata lain, teknik paralel *imaging* menyebabkan pengurangan baris *phase encoding* dengan tetap menghasilkan kualitas dan spasial resolusi yang baik. Akan tetapi semakin banyak jumlah k-space yang berkurang maka akan menyebabkan peningkatan *noise* akibat semakin meningkatnya jarak antar garis sampling pada k-space dan dapat menimbulkan artefak aliasing (Glockner dkk, 2005).

Penurunan nilai SNR pada citra sekuens DWI variasi nilai SENSE dari 2,0, 3,0 hingga 4,0 diakibatkan peningkatan *noise* yang spesifik pada citra SENSE tersebut. Menurut Dale (2015) pada SENSE, koil *phased array* mengukur dan memproses sinyal dari sebuah potongan, kemudian menggabungkan potongan untuk membentuk citra yang meliputi area anatomi yang lebih besar. Waktu scan menjadi lebih berkurang karena berkurangnya jumlah baris yang diperoleh untuk setiap elemen koil. Penggunaan nilai SENSE yang semakin tinggi akan meningkatkan terjadinya *noise* pada citra yang disebabkan oleh banyaknya

jumlah k-space yang dikurangi dalam proses rekonstruksi. Namun semakin kecil nilai SENSE yang digunakan maka dapat menimbulkan image blurring atau artefak motion yang diakibatkan oleh pergerakan pasien dan waktu scanning karena pengisian k-space yang cukup lama. Penggunaan nilai SENSE yang terlalu kecil dapat menurunkan spasial resolusi karena pengosongan jumlah baris k-space yang terlalu sedikit dapat menurunkan spasial resolusi (Kurihara, 2002).

Variasi nilai SENSE antara 2,0 3,0 dan 4,0 pada sekuens DWI MRI *brain axial* juga menghasilkan perbedaan *scan time*. Jumlah *scan time* ada variasi 2,0 adalah 55 detik, pada variasi 3,0 45 detik sedangkan pada variasi 4,0 hanya 30 detik. Hal tersebut dikarenakan pengurangan *sampling time* dari setiap elemen koil *phased array* antara menggunakan masing-masing nilai *reduction factor* SENSE berbeda.

Pengurangan *scan time* pada sekuens DWI dengan menggunakan SENSE tersebut sesuai dengan Morelli dkk (2011), bahwa dengan SENSE dapat memanfaatkan elemen pada multipel koil penerima *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 semua K space menjadikan waktu akuisisi data menjadi berkurang dan menjadi lebih cepat sesuai dengan R yang digunakan. Menurut Ryan dkk (2005), bahwa teknik yang cepat memiliki keuntungan tidak hanya dari mengurangi adanya pergerakan, tetapi juga potensial untuk mengurangi waktu akuisisi. Teknik paralel *imaging* memiliki potensi 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.

Simpulan

Ada perbedaan nilai rata-rata SNR pada MRI *brain* sekuens DWI potongan *axial* antara variasi SENSE 2,0; 3,0 dan 4,0. SNR tertinggi terdapat pada nilai variasi 2,0 dan terendah pada nilai 4,0. Akan tetapi *scan time* tercepat pada nilai variasi 4,0 dibandingkan dengan nilai variasi 2,0 dan 3,0. Jadi semakin tinggi nilai variasi SENSE akan menurunkan nilai SNR akan tetapi waktu scanning lebih cepat. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan *reduction factor* pada setiap SENSE yang menyebabkan pengurangan dalam pengisian

sampling pada *k-space* berbeda sehingga pengurangan waktu *scanning* pun berbeda pula.

Daftar Pustaka

- Bammer, Roland., Keeling, L, Stephen., Augustin Michael., 2001. Improved Diffusion-Weighted Single-Shot Echo-Planar Imaging (EPI) in Stroke Using Sensitivity Encoding (SENSE), Austria : Wiley -Liss, Inc.
- Brown, Mark A.; Semelka, Richard C., 2010, MRI: Basic Principles and Applications: Fourth Edition, Amerika Serikat, Wiley-Blackwell.
- Dale, M. Brian, M.A Brown dan Richard C. Semelka, 2015, *MRI Basic Principle and Applications, Fifth Edition*, John Wiley and Sons Inc : New Jersey
- Glockner James F, MD, PhD, Houchun H. Hu, BME, David W. Stanley, BS, Lisa Angelos, PhD dan Kevin King, PhD, 2005. *Paralel Imaging : A User Guide*. RSNA
- Kurihara, Yasuyuki., Yakushiji, K.Y., Tani, Ichiro., Nakajima, Yasuo., danCauteren, V.M., 2002. Coil Sensitivity Encoding: Advantage and Disadvantage, in Clinical Practice. American Roentgen Ray Society.
- Liney, Gary, 2006, *MRI in Clinical Practice*, Springer-Verlag London Limited
- Morelli, John N, Val M. Runge, Fei Ai, Ulrike Attenberger, Lan Vu, Stuart H. Schmeets, Wolfgang R. Nitz dan John E. Kirsch, 2011, *An Image-based Approach to Understanding the Physics of MR Artifacts*, radiographics.rsna.org
- Notosiswoyo M, 2015, Media Litbang Kesehatan, Pemanfaatan Magnetic Resonance Imaging (MRI)
- Pamela W. Schaefer, MD, P. Ellen Grant, MD, and R. Gilberto Gonzalez, MD, PhD. 2000. Diffusion-weighted MR Imaging of The Brain. Pubs.rsna.org.
- Rasad, Sjahriar, 2011, *Radiologi Diagnostik, Edisi Kedua*, Gaya Baru, Balai Penerbit FKUI : Jakarta
- Ryan, M, Cunningham, P, Cantwll, C, Brennan, D dan Eustace, S, 2005, *A comparison of fast MRI of hips with and without parallel imaging using SENSE*, The British Journal of Radiology
- Westbrook C, Carolyne ,K Roth dan Talbot, J, 2011, *MRI in Practice, Fourth Edition*. Blackwell Science Ltd., United Kingdom
- Westbrook, Catherine, 2014, *Handbook of MRI Technique, Fourth Edition*, Blackwell Science Ltd., United Kingdom