

Pengaruh Parameter *Number Of Excitation* (NEX) Terhadap SNR

Dwi Rochmayanti¹, Thomas Sri Widodo², Indah Soesanti²

¹Poltekkes Kemenkes Semarang, Tirta Agung, Banyumanik Semarang,
Mahasiswa Magister Teknik Instrumentasi, Prodi S2 Teknik Elektro, Fakultas Teknik UGM

²Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM, Jl. Grafika Yogyakarta

Abstract

This research aims to observe the influence of Number of Excitation (NEX) to both parameters the Signal to Noise Ratio (SNR) and the scanning time when performing the MR neck. Some MR scan parameters (TR, TE, FOV, slice thickness, matrix, flip angle and bandwidth) are strictly under controlled. All SNR data, due to the 6 NEX variations (NEX 1 to NEX 6), are required by comparing the ROI's intensity between the noise background and the areas of corpus and spinal cord on the images. The scan times are also recorded for each of the NEX variations being observed. In conclusion, increasing NEX values will simultaneously rise the SNR and the scanning time.

Keywords : NEX, SNR, Image MRI, Scan time

1. Pendahuluan

Medical imaging (pencitraan medis) atau *Medical Image Processing* merupakan salah satu sub domain dari informatika kedokteran yang memungkinkan mengkaji aspek pengolahan data dan informasi digital pada level jaringan dan organ. Perkembangan teknologi turut mempengaruhi perkembangan dari *medical imaging*, yang hingga saat ini kian penting guna mendukung proses diagnosa (Wulandari, 2006). *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) merupakan salah satu cara pemeriksaan diagnostik dalam ilmu kedokteran, khususnya radiologi, yang menghasilkan citra potongan tubuh manusia dengan menggunakan medan magnet tanpa menggunakan sinar-X. Teknik pencitraan MRI relatif kompleks karena citra yang dihasilkan tergantung pada banyak parameter. Bila pemilihan parameternya tepat, kualitas pencitraan detail tubuh manusia akan tampak jelas, sehingga anatomi dan patologi jaringan tubuh dapat dievaluasi secara teliti (Woodward, 1997)

Banyak parameter yang mempengaruhi *scanning* MRI yang dapat dikendalikan secara langsung dan tidak langsung oleh seorang operator. Sebagai seorang operator, sangat penting untuk mengetahui bagaimana jalannya pemeriksaan dan bagaimana memodifikasi sekian banyak

parameter dalam MRI sehingga menghasilkan citra yang memuaskan, tidak sekedar menyelesaikan prosedur *scanning* secara akurat dan efisien. Optimisasi pada pemeriksaan MRI sangat perlu diketahui oleh seorang operator untuk memperoleh citra yang mempunyai nilai diagnostik tinggi dan mengetahui hal-hal apa saja yang mempengaruhi kualitas citra dan bagaimana keberhasilan untuk memanipulasi parameter *scanning* dan menghasilkan citra yang optimal. Kualitas citra MRI yang optimal ditentukan oleh tiga karakteristik, yaitu kontras citra, spatial resolusi, dan satu faktor lagi adalah *signal to noise ratio* (SNR). Istilah ini didefinisikan sebagai perbandingan amplitudo dari *signal* yang diterima oleh coil dengan amplitudo dari *noise*. Jika *signal* yang sebenarnya relatif lebih kuat daripada *noise* maka SNR akan meningkat, dan kualitas gambar akan lebih baik.

Bagaimana seorang operator mampu mengatur parameter yang ada untuk mendapatkan SNR yang bagus. Dan banyak parameter yang berpengaruh terhadap SNR diantaranya adalah *Number of Excitation* (NEX), dimana pemilihan NEX itu sendiri akan berpengaruh terhadap waktu *scanning* (Woodward, 1997).

Diharapkan dengan pemilihan NEX yang tepat akan diperoleh waktu pemeriksaan yang

tidak terlalu panjang (sehingga pengulangan citra karena pengaburan akibat pergerakan dapat dikurangi) tanpa harus mengurangi SNR citra. Untuk mendapatkan kualitas citra yang baik, operator harus mempertimbangkan kondisi pasien, indikasi klinis dan toleransi pasien terhadap jalannya pemeriksaan sebelum memilih *scan parameter*. Mengingat itu semua, protokol yang dipilih secara rutin harus dapat diberlakukan untuk pasien secara umum. Dengan melakukan variasi NEX akan didapatkan citra dengan variasi SNR dan waktu pencitraan, sehingga nanti akan didapatkan citra dengan NEX berapa yang paling bagus SNR dan waktu pencitraan yang dibutuhkan juga tidak terlalu lama. Sehingga nantinya diharapkan seorang operator dapat melakukan optimisasi NEX tanpa harus takut kualitas citra yang dihasilkan tidak bagus.

Berdasar pengamatan, didapatkan banyak operator MRI yang tidak melakukan perubahan parameter NEX, mereka lebih sering terpancang pada parameter yang sudah ada. Inilah yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian pengaruh parameter NEX terhadap kualitas citra MRI dalam hal ini adalah SNR-nya.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter NEX terhadap SNR, sehingga nantinya dapat direkomendasikan berapa nilai NEX yang tepat khususnya untuk pemeriksaan MRI *cervical*.
- 2) Dengan melakukan variasi NEX akan didapatkan gambaran dengan variasi SNR dan waktu pencitraan, sehingga nanti akan didapatkan gambar dengan NEX berapa yang paling bagus SNR dan waktu pencitraan yang dibutuhkan juga tidak terlalu lama.
- 3) Diharapkan seorang operator dapat melakukan optimisasi NEX tanpa harus takut kualitas gambar yang dihasilkan tidak bagus.

Kajian mengenai optimisasi parameter MRI, telah banyak dilakukan, diantaranya Jones, R.A, dkk, 2004, melakukan penelitian optimisasi dengan parameter *spin echo* dengan tujuan mengukur waktu relaksasi dengan obyek *mri brain* pada bayi untuk memperoleh parameter sekuen pulsa

yang dapat meningkatkan SNR dan kontras pada citra MRI dengan modalitas MRI 1,5 Tesla. Diperoleh hasil dimana pembobotan T1 dengan menggunakan *turbo spin echo*, ETL 3, TR 850 ms dan TE 11 ms dapat menghasilkan citra dengan peningkatan kontras dan SNR. Pada pembobotan T2 dengan parameter TE 270 ms, didapatkan citra dengan kualitas kontras meningkat, tetapi SNR menurun.

Damanik, AOM, dkk, 2005, melakukan penelitian tentang pengaruh parameter TE, TR dan TI terhadap pembobotan T1, T2 dan FLAIR pada citra MRI dengan kasus *mesial temporal sclerosis* dengan modalitas MRI 0,5 T. Hasil pengaturan parameter TE dan TR yang pendek diperoleh citra dengan pembobotan T1, pengaturan TE dan TR yang panjang diperoleh pembobotan T2 dan pengaturan TE dan TI yang panjang akan didapat citra dengan pembobotan FLAIR. Pembobotan T1 menunjukkan struktur anatomi, pembobotan T2 menunjukkan kelainan patologi, tetapi pada kasus *mesial temporal sclerosis* kurang bisa memberikan informasi patologi yang jelas. Sedangkan untuk FLAIR diperoleh hasil yang pendeteksian yang sensitif untuk kelainan *mesial temporal sclerosis*.

Paul, Dominik, 2009, dalam penelitiannya membuktikan bahwa penggunaan variasi *flip angle* dalam pencitraan *balance steady-state free precession* (bSSFP) dapat meningkatkan SNR dan *contrast to noise ratio* (CNR).

Yang membedakan dengan penelitian sebelumnya adalah parameter yang diujikan belum ada yang menggunakan parameter *Number of Excitation* (NEX) terhadap SNR.

2. Fundamental

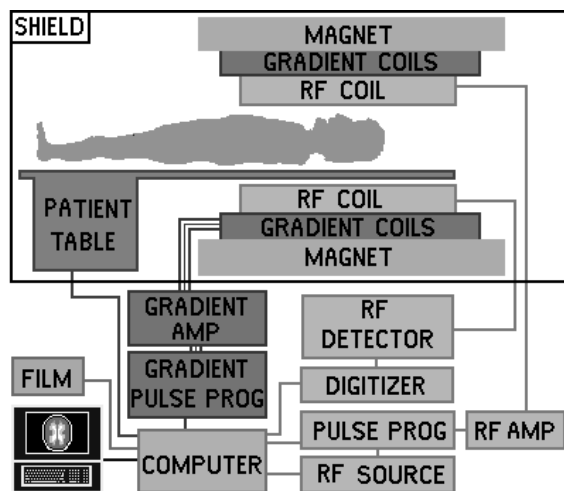
Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah suatu alat kedokteran di bidang pemeriksaan radiagnostik radiologi, yang menghasilkan rekaman citra potongan penampang tubuh/organ manusia dengan menggunakan medan magnet berkekuatan 0.0064 – 1,5 tesla (1 tesla = 1000 gauss) dan resonansi getaran terhadap inti atom hidrogen (Notosiswoyo, 2004).

Tabel 1. Rentang frekuensi dalam spektrum elektromagnetik

	Frekuensi (Hz)	Energy (eV)	Panjang gelombang (m)
Sinar-X	$1,7-3,6 \times 10^{15}$ Hz	30-150 keV	80-400 pm
Cahaya tampak (ungu)	$7,5 \times 10^{14}$ Hz	3,1 eV	400 nm
Cahaya tampak (merah)	$4,3 \times 10^{14}$ Hz	1,8 eV	700 nm
MRI	3-100 MHz	20-200 meV	6-60 m

(Hashemi, 1997)

Pada tabel diatas disebutkan bahwa MRI mempunyai energi dan rentang/panjang frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan sinar-X, sehingga tidak memiliki sifat mengionisasi jaringan seperti sinar-X (Hashemi, 1997).



Gambar 2. Komponen *Hardware* MRI (Hornak, JP, 1996-2011)

Menurut Hornak, J.P., 1996-2011, Komponen MRI terdiri dari magnet utama, koil shim, koil radiofrekuensi (RF), koil gradien dan komputer. Magnet utama pada pesawat MRI terdiri atas tiga jenis, yaitu magnet permanen, terbuat dari bahan *ferromagnetic* dan dapat menghasilkan medan magnet sampai dengan 0,3 tesla. Magnet resistif, menghasilkan kuat medan magnet antara 0,02 – 0,4 tesla. Magnet superkonduktor menghasilkan kuat medan hingga 4 tesla. Magnet tambahan berupa koil shim, koil gradien dan koil RF. Shim koil berfungsi membuat medan magnet homogen. Koil radiofrekuensi (RF) terdiri dari dua tipe koil yaitu pemancar dan penerima. Fungsinya lebih mirip sebagai antena. Ukuran dan bentuknya menyesuaikan dengan obyek yang diperiksa. Koil

radiofrekuensi (RF) mentransmisikan sinyal radio ke bagian tubuh yang akan diperiksa, kemudian oleh penerima koil, RF sinyal akan dideteksi dan dikembalikan. Koil Gradien menghasilkan medan magnet gradien yang berjumlah tiga, sehingga medan magnet dapat diarahkan pada sumbu x,y dan z. Guna arah x,y dan z ini adalah untuk keperluan sekuen pulsa dan pemilihan lokalisasi yang tepat pada irisan anatomi tubuh. Komputer adalah komponen yang digunakan memproses sinyal, menyimpan data dan mendisplaykan gambar yang dihasilkan.

Prinsip dasar MRI adalah inti atom yang bergetar dalam medan magnet. Pada prinsipnya bila inti atom hidrogen dalam medan magnet berfrekuensi tinggi ditembak tegak lurus secara periodik, maka proton akan bergetar dan bergerak. Dan bila medan magnet ini dimatikan, maka proton akan kembali ke posisi semula dan akan menginduksi satu kumparan untuk menghasilkan sinyal elektrik yang lemah. Bila hal ini terjadi berulang-ulang dan sinyal elektrik tersebut ditangkap kemudian diproses dalam satu komputer maka akan dapat disusun suatu citra. Metode ini dipakai pada tubuh manusia, karena tubuh manusia mempunyai konsentrasi atom hidrogen yang tinggi (70%). Untuk menghasilkan sebuah citra dari proton, dibutuhkan tenaga medan magnet 0,5 – 0,15 tesla yang dihasilkan melalui elektromagnet (Rasad, dkk 1992).

Dalam MRI ada dua parameter yang berpengaruh terhadap kualitas hasil citra, yaitu parameter primer dan parameter sekunder (Hashemi, 1997).

Parameter primer adalah *Time Repetation* (TR), *Time Echoe* (TE), *Time Inversion* (TI) dan *Flip Angle* (FA) yang berpengaruh terhadap kontras citra. *Slice thickness* dan *interslice gap* berpengaruh terhadap daerah yang diperiksa (*coverage*). *Field of View* (FOV), *frekuensi encoding* dan *fase encoding* berpengaruh resolusi dan SNR. Sedangkan NEX dan *bandwidth* berpengaruh terhadap SNR.

Parameter sekunder terdiri atas SNR, waktu *scanning*, *coverage*, resolusi dan kontras citra.

Tiga karakteristik yang bisa digunakan untuk mendefinisikan kualitas citra MRI adalah kontras citra, spatial resolusi dan SNR. Hasil dari citra

harus dapat memperlihatkan anatomi yang tepat sesuai dengan pembobotan yang dilakukan.

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan hal yang paling menjadi perhatian pada kualitas MRI. Parameter yang dapat mempengaruhi SNR yang memungkinkan operator untuk mengatur atau memilihnya adalah volume *voxel*, jenis pulsa sekuens, NEX/NSA, jumlah *phase-encoding* (PE), jumlah sampel data dan *bandwidth*. Optimisasi parameter tersebut dapat dilakukan untuk mendapatkan citra MRI yang lebih bagus. Dengan menaikkan SNR juga akan memperlihatkan perbedaan yang kecil pada jaringan, sehingga dapat meningkatkan *contrast to noise ratio* pada gambar (Woodward, 2001).

Salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan SNR adalah dengan meningkatkan jumlah total akuisisi planar tiap *phase encoding* ($Nacq = NSA = NEX$). Intinya, proses koleksi data diulang tanpa mengubah kekuatan gradien *phase encoding*. *Signal* akan meningkat secara linier, sedangkan *noise* yang bersifat acak juga akan menambah *inkohorentitas*, sehingga SNR akan dinyatakan sebagai akar dari faktor NSA atau NEX ($SNR \propto \sqrt{Nacq}$). Ini berarti jika kita menggandakan NEX, *signal* akan bertambah $\sqrt{2}$ atau 41%. *Number of Excitation* juga digunakan untuk menghitung waktu pencitraan, sehingga dengan menggandakan NEX maka waktu akan bertambah dua kalinya. Untuk mendapatkan SNR 100%, paling tidak menggunakan NEX 4, namun harus mempertimbangkan keadaan pasien, karena waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama.

Tabel 2. Peningkatan SNR dengan kenaikan NEX

NEX	Faktor SNR	Prosentase
1	1,00	-
2	1,41	41
3	1,73	73
4	2,0	100
5	2,24	124
6	2,45	145
7	2,65	165
8	2,83	183

(Woodward, 1997)

Mengubah NEX secara langsung akan berakibat pada SNR dan waktu pencitraan. Dengan menaikkan NEX maka SNR juga akan

meningkat, waktu pencitraan akan menjadi lebih lama dan mengurangi *motion artefact*. Sebaliknya, menurunkan NEX berakibat menurunnya SNR dan waktu pencitraan menjadi lebih cepat. (Westbrook, 2000)

Tabel 3. Parameter dan *trade off* (Westbrook, 1999)

Parameter	Keuntungan	Kerugian
NEX meningkat	- Meningkatkan SNR pada semua jaringan tubuh - Mengurangi flow <i>artefact</i> seimbang dengan <i>signal</i> rata-rata	Waktu pencitraan akan semakin meningkat secara proporsional
NEX menurun	Menurunkan waktu pencitraan secara proporsional	- Menurunkan SNR pada semua jaringan - Meningkatkan flow <i>artefact</i> sejalan dengan berkurangnya <i>signal</i>

Waktu memegang peranan penting dalam pencitraan dengan MRI. Waktu yang dibutuhkan untuk mengevaluasi suatu volume jaringan (waktu akuisisi) merupakan fungsi dari beberapa parameter, diantaranya TR, jumlah *phase encoding* pada matriks dan jumlah eksitasi rata-rata (NEX) untuk menghasilkan citra. Persamaannya adalah :

Waktu *Scan* (menit) =

$$\frac{TR \text{ (detik)} \times \textit{phase encoding} \text{ (#PE)} \times NEX}{60 \text{ (detik)}}$$

TR, #PE dan NEX juga berpengaruh pada SNR.

Hal yang harus diperhatikan adalah dengan meningkatnya waktu pencitraan berarti potensial untuk meningkatnya pula *motion artefact*. Untuk mengurangi artefak yang disebabkan pasien yang tidak dapat bertoleransi, maka parameter yang diatur adalah yang berhubungan langsung dengan waktu pencitraan. Dan seringkali hasil citra menjadi menurun kualitasnya seperti, *signal* dan resolusi (Woodward, 1997).

Tabel 4 . Parameter Scan time

Para-meter	Peru-bahan	Pengaruh terhadap waktu pencitraan	Keun-tungan	Keru-gian
NEX	Menurun	Menurun	Menurunkan <i>motion artefact</i> , menurunkan waktu pencitraan	Menurunkan SNR dengan akar pangkat; menurunkan citra rata-rata

(Woodward, 1997)

Menurut Woodward, 2001, *Medulla spinalis* dan jaringan saraf lainnya sangat jelas didapatkan pada citra MRI, yang memiliki beberapa kelebihan dibandingkan modalitas lainnya. Diantaranya:

- Tidak diperlukan media kontras untuk menilai daerah *medulla spinalis*
- Kemampuan untuk melihat irisan di atas dan di bawah tumor
- Tidak ada artefak *beam hardening*
- Pada pasien yang sulit ditemukan gejala atau evaluasi klinis untuk daerah akar saraf atau diskus intervertebra, dapat digunakan irisan *sagittal*.

Tabel 5. Karakteristik jaringan *spinal columna* pada citra MRI

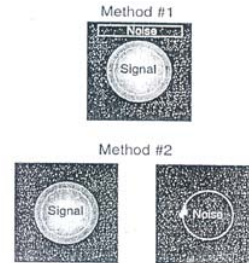
Organ	Citra T1 Weighted	Citra Proton Density	Citra T2 Weighted
<i>Medulla spinalis</i>	Sedang / abu-abu	Sedang / abu-abu	Abu-abu
CSF	Gelap	Sedang / abu-abu	Cerah
<i>Corpus</i>	Sedang / abu-abu	Sedang / abu-abu	Sedang / abu-abu
Diskus intervertebra	Abu-abu	Abu-abu cerah	cerah
Lemak	Cerah	Abu-abu cerah	Abu-abu
Tulang cortex	Gelap	gelap	gelap

Menurut NessAiver 1996, ada beberapa metode pengukuran SNR pada *phantom*, yaitu (gambar2):

- a. Metode 1: dengan mengukur *signal* dan *background noise* pada strip diluar phantom pada satu gambar
- b. Metode 2 : dengan dua gambar, yang pertama, mengukur *signal* didalam phanthom dan

mengukur *noise* dari sekuens dengan flip angle 0°.

Kedua metode tersebut menghasilkan hasil yang serupa. Jika ada perbedaan besar pada hasil keduanya, mengindikasikan adanya masalah pada *hardware*.

**Gambar 2.** Metode pengukuran SNR (NessAiver, 1996)

Perhitungan SNR adalah dengan membagi *signal* rata-rata dengan standar deviasi *noise*, dengan persamaan:

$$SNR = \frac{\text{Signal rata - rata}}{\text{Standar deviasi noise}}$$

3. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan secara pre-eksperimen dengan studi deskriptif. Penulis melakukan *Region of Interest* (ROI) terhadap organ *corpus* dan *medulla spinalis* pada gambar MRI sehingga didapatkan data.

1. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Pesawat MRI Type Tomikon S 50 Bruker W 1010301 B tahun pembuatan 1999, dengan jenis magnet magnet statis, *super conducting*. *Coil* yang digunakan adalah *neck coil*.

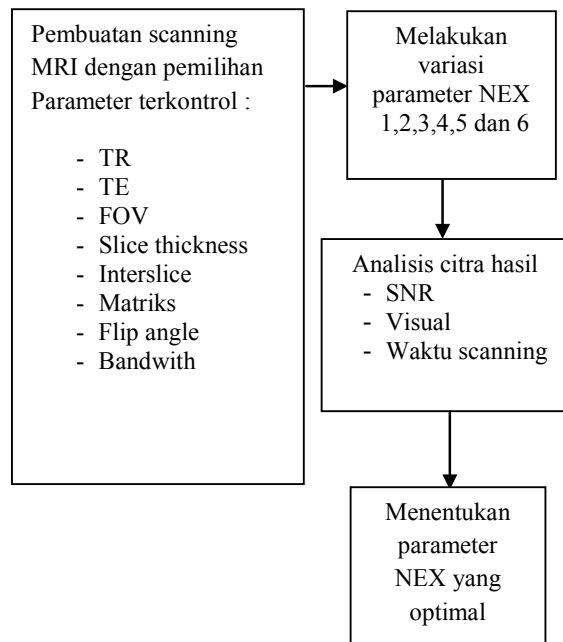
2. Subyek penelitian adalah citra MRI *cervical* dengan variasi NEX 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 dengan pulsa sekuens *spin echo* pembobotan T1 potongan gambar *sagittal*.

Sekuen *spin echo* dipilih karena dengan menggunakan sekuens ini SNR akan meningkat. Pembobotan T1 dilakukan karena dengan pembobotan ini maka TE yang digunakan adalah rendah sehingga diharapkan intensitas *signal* akan lebih besar, meskipun kontras rendah. Pemilihan organ *vertebra cervical*

dengan alasan obyek ini cenderung banyak pergerakan, terutama proses menelan. Dan potongan *sagittal* dipilih karena diharapkan gambar yang terevaluasi lebih menyeluruh dibanding potongan *axial* dan *coronal*.

3. Jalan Penelitian

Jalannya penelitian adalah sebagaimana tertera dalam skematis di bawah ini:



Dilakukan *scanning MRI vertebra cervical* dengan parameter dan variasi NEX. Adapun parameter pemeriksaan adalah yang tertera pada Tabel 7.

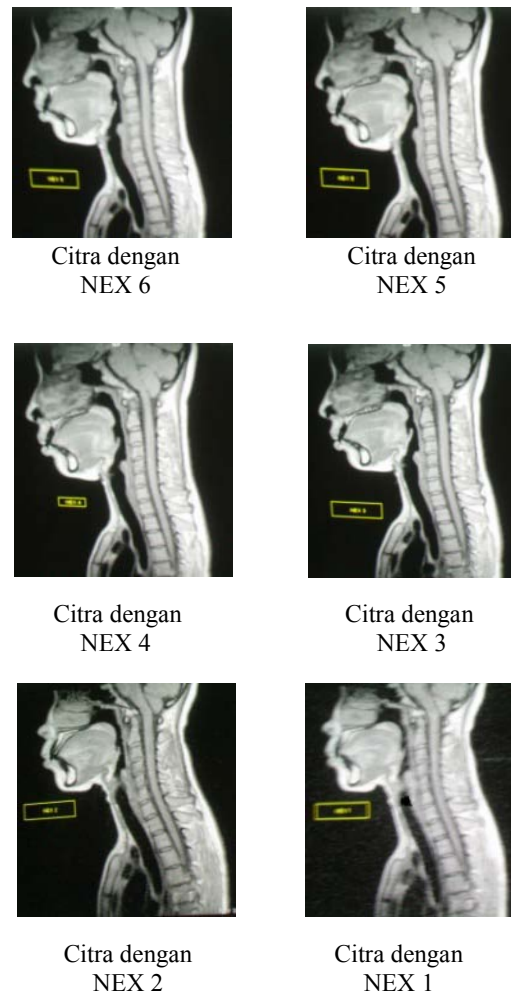
Tabel 7. Parameter MRI *cervical* sagital Pembo-botan T1 dengan sekuens spin echo

Parameter	Langkah					
	1	2	3	4	5	6
Scanning	1	2	3	4	5	6
FOV	32 cm	32 cm	32 cm	32 cm	32 cm	32 cm
Slice Thickness	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm
Interslice Gap	4,0 cm	4,0 cm	4,0 cm	4,0 cm	4,0 cm	4,0 cm
Jumlah Slice	9	9	9	9	9	9
Slice Orient	sagital	sagital	sagital	sagital	sagital	sagital
Matriks PI	504	504	504	504	504	504
TR	526,5 ms	526,5 ms	526,5 ms	526,5 ms	526,5 ms	526,5 ms
TE	18,0 ms	18,0 ms	18,0 ms	18,0 ms	18,0 ms	18,0 ms
NEX	1	2	3	4	5	6
Bandwith	38461,5 Hz	38461,5 Hz	38461,5 Hz	38461,5 Hz	38461,5 Hz	38461,5 Hz
Flip Angle	90°	90°	90°	90°	90°	90°
Scan Time	1'28"	2'56"	4'25"	5'53"	7'22"	8'50"

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah mendapatkan citra hasil scanning dilakukan pengukuran SNR pada masing-masing citra pada irisan tertentu dengan cara melakukan ROI pada beberapa titik pada citra anatomi *cervical*. Dalam *display* monitor komputer akan tertera nilai mean dan standar deviasi pada masing-masing daerah terukur. Nilai yang sudah didapatkan kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai SNR pada *corpus* dan *medulla spinalis* dengan cara membagi *signal* rata-rata daerah terukur dengan standar deviasi pada *noise* (daerah *background*).

Hasil citra MRI *vertebra cervical* adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 3.

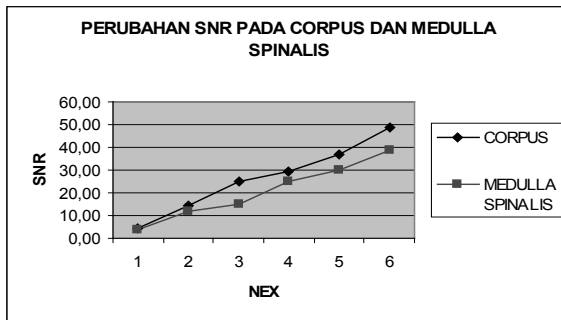


Gambar 3. Citra Hasil MRI *Vertebra Cervical*

Setelah dilakukan pengukuran nilai SNR didapatkan hasil pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengukuran SNR

NEX	SNR	
	<i>Corpus</i>	<i>Medulla spinalis</i>
1	4,46	3,47
2	14,27	11,75
3	24,79	15,21
4	29,21	25,09
5	36,76	30,16
6	48,58	39,01

Gambar 4. Grafik perubahan SNR pada *Corpus* dan *medulla spinalis*

Pengukuran nilai SNR secara obyektif dilakukan pada organ *vertebra cervical* potongan *sagittal* dan pembobotan T1. *Corpus* dan *medulla spinalis* dipilih karena keduanya memiliki *proton density* yang berbeda sehingga diharapkan memberikan intensitas sinyal yang berbeda pula. Peningkatan SNR baik pada *corpus* maupun *medulla spinalis* berbanding lurus dengan peningkatan NEX.

Untuk mengevaluasi kualitas citra adalah sangat subyektif, tergantung oleh penglihatan responden. Beberapa orang barangkali tidak akan melihat *noise background* tinggi jika resolusi pada daerah tersebut juga tinggi. Disisi lain kita hanya menginginkan SNR tinggi meski resolusinya rendah.

Untuk mendapatkan obyektifitas, dilakukan pengukuran SNR pada organ *vertebra cervical* potongan *sagittal* dengan pembobotan T1. Pengukuran intensitas *signal* dilakukan ROI pada daerah *corpus* dan *medulla spinalis*, sedangkan untuk *noise (background)* dilakukan ROI diluar dari obyek. Software pada komputer akan mengukur *signal intensity* rata-rata pada obyek yang di ROI dan standar deviasi dari *noise (background)*.

Menurut Woodward, SNR naik sebesar $\frac{1}{2}$ atau 41% jika kita mendobelkan NEX. Ini dapat diasumsikan bahwa jika pada NEX 1 SNR pada daerah *corpus* sebesar 4.46 jika NEX dirubah 2, maka SNR akan meningkat sebesar 41% menjadi 6,2886, tetapi ternyata berdasarkan hasil pengukuran adalah 14.27. Hal ini dapat disebabkan karena komponen *hardware* dalam MRI, *software* dan juga obyek. *Hardware* dari komponen MRI semisal adalah magnet utama, *shim coil* ataupun *gradient coil*. Apabila beberapa *hardware* tadi tidak terawat dan terkalibrasi dengan baik, maka kemungkinan kekuatan medan magnet yang dihasilkan dan tingkat homogenitas medan magnet akan menurun. Sehingga *signal* akan menurun. Apabila penurunan *signal* tidak diikuti dengan penurunan *noise* secara bersamaan, maka SNR juga akan menurun.

Obyek/pasien juga berpengaruh besar terhadap timbulnya *noise*. Menurut NessAiver, 1996, salah satu sumber *noise* yang signifikan adalah pasien. Tiap kali proton berubah (turun) dari energi tinggi ke energi rendah, akan mengemisi *photon* (gelombang radio) dengan *phase random* dan akan berkontribusi terhadap *background noise*. Hal ini juga dapat dimungkinkan apabila terjadi pergerakan pada pasien, dimana terjadi aktivitas perubahan energi akan berimbas pada kontribusi *noise* pada citra MRI.

Peningkatan SNR terhadap NEX adalah linier atau bernilai positif, hal ini disebabkan karena dengan meningkatkan NEX maka jumlah data (baik berupa *signal* ataupun *noise*) yang diperoleh atau dicatat selama *scanning* akan semakin meningkat pula. Apabila nilai *signal* yang tercatat lebih besar dibandingkan dengan *noise*, maka SNR akan meningkat pula.

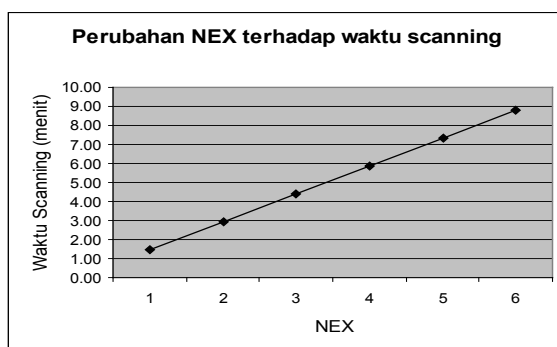
Citra yang memiliki kualitas lebih optimal disini adalah citra yang dianggap memiliki SNR paling baik. Citra yang dinilai adalah 6 citra dengan obyek *vertebra cervical* potongan *sagittal* dan pembobotan T1. Pada pembobotan T1, *corpus vertebra* mempunyai intensitas yang sama atau sedikit lebih *hiperintens* dengan *discus*. *Cerebral spinal fluid (CSF)* dan *medulla spinalis* mempunyai gambaran yang gelap dengan intensitas yang lebih tinggi dibandingkan CSF. Penilaian ini berdasarkan subyektifitas dari responden yaitu

radiolog yang terbiasa memberikan ekspertise citra MRI.

Berdasarkan responden dari Dokter spesialis radiologi, berpendapat citra yang memiliki kualitas citra yang paling baik adalah citra dengan parameter NEX 3.

Pengaruh Perubahan NEX terhadap Waktu Scanning

Dengan adanya perubahan nilai NEX dari 1 sampai dengan 6 akan berimbas langsung terhadap perubahan waktu. Dari display pada komputer, dapat dilihat langsung waktu scan setiap kali parameter NEX dirubah. Semakin besar nilai NEX yang digunakan, maka waktu *scanning* akan meningkat pula. Pengaruh perubahan NEX terhadap waktu scanning ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perubahan NEX terhadap waktu *scanning*

Dengan meningkatnya waktu pencitraan/waktu *scanning*, hal yang perlu diperhatikan adalah kemungkinan meningkatnya *motion artefact*. Hal ini dapat dilihat terutama pada citra dengan NEX 6, dimana waktu *scanning* adalah 8 menit 50 detik tampak kabur. Untuk mengurangi *artefact* yang disebabkan pasien yang tidak dapat bertoleransi, tentu saja parameter yang diatur adalah yang berhubungan langsung dengan waktu pencitraan. Dan seringkali hasil citra menjadi menurun kualitasnya seperti, *signal* dan resolusi (Woodward, 1997).

5. Kesimpulan

1. SNR akan naik secara linier dibandingkan dengan perubahan NEX. Semakin besar NEX

maka akan menghasilkan SNR yang besar pula.

2. Hasil pengukuran SNR, dengan NEX 1: SNR pada *corpus* sebesar 4,46, pada *medulla spinalis* adalah 3,47. Pada NEX 2, SNR di *corpus* 14,27 dan SNR di *medulla spinalis* 11,75. NEX 3, SNR di *corpus* dan *medulla spinalis* masing-masing 24,79 dan 15,21. Pada NEX 4 SNR di *corpus* 29,21 dan di *medulla spinalis* sebesar 25,09. NEX 5 : SNR di *corpus* dan *medulla spinalis* adalah 36,76 dan 30,16. Dan pada NEX 6, SNR di *corpus* adalah 48,58 dan di *medulla spinalis* adalah 39,01.
3. Dari 6 citra yang dinilai oleh radiolog, secara subyektif responden memilih citra dengan NEX 3 memiliki kualitas citra (SNR) yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Bushong, Stewart C, 1995, *MRI Physical and Biomelological Principles*, Mosby-Yearbook, Inc, USA.
- Damanik A.O.Martua, Muchammad Azam dan Muhammad Nuh, 2005, *Pengaruh Parameter Teknis TR, TE dan TI Dalam Pembobotan T1, T2 dan Flair Pencitraan MRI*, Berkala Fisika, Vol 8 No. 1, hal 15-20.
- Erdogmus D, Larrson G. Eric, Rui Yan, Jose C Principe, Jeffrey R Fitzsimmons, 2004, *Measuring the signal-to-noise ratio in magnetic resonance imaging: a caveat*, Signal Processing 84(2004) 1035-1040.
- Hashemi, H. Ray and Bradley, G. William, 1997, *MRI : The Basic*, Williams & Wilkins, USA
- Hornak, J.P., 1996-2011, *The Basic of MRI*, Imaging Hardware, <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/chap-9/chap-9.htm>.
- Jones, A. Richard, Susan Palasis and J. Damien Grattan-Smith, 2004, *MRI of the Neonatal Brain: Optimization of Spin-Echo Parameters*, American Journal of Radiology, 182:367-372.
- Neseth, R. 2000, *Procedures and Documentation for CT and MRI*, McGraw-Hill, Medical Publishing Division, USA.

- NessAiver, 1996, *All you really need to know About MRI Physics*, University of Maryland Medical Center, USA.
- Notosiswoyo, Mulyono, 2004, Media Litbang Kesehatan: *Pemanfaatan Magnetic Resonance Imaging (MRI) Sebagai Sarana Diagnosa Pasien*, Volume XIV, Nomor 3.
- Paul, Dominik, Maxim Zaitsev, 2009, *Improved SNR in linier 2D bSSFP Imaging Using Variable Flip Angles*, Magnetic Resonance Imaging, 27 (2009) 933-941.
- Rasad, Sjahrial, dkk, 1992, *Radiologi Diagnostik*, Balai penerbit FKUI, Jakarta.
- Westbrook, Catherine, 1999, *Handbook of MRI technique*, Blackwell Science Ltd., United Kingdom.
- Westbrook, Catherine and Kaunt, Carolyne, 2000, *MRI in Practise*, Blackwell Science Ltd. United Kingdom.
- Woodward, Peggy ang William, W. Arrison, 1997, *MRI Optimization, a hand on approach*, McGraw-Hill, Co. USA
- Woodward, Peggy, 2001, *MRI for Technologist*, McGraw-Hill, Inc, USA.
- Wulandari, A, 2006, *Pengolahan citra untuk membantu diagnosis tumor tulang*, EB-7041 Informatika Kedokteran.