

OPTIMISASI *FIELD OF VIEW* (FOV) TERHADAP KUALITAS CITRA PADA T2WI FSE MRI LUMBAL SAGITAL

FOV (FIELD OF VIEW) OPTIMIZATION TO IMAGE QUALITY ON T2WI FSE SAGITAL LUMBAR MR IMAGING

Fatimah¹⁾, J. Dahjono²⁾, Metria Riza Sativa³⁾
^{1,2,3)} Health Polytechnics of Semarang-Indonesia
 e-mail : fatimah_yunaeza@yahoo.com

ABSTRACT

Background : Field of view (FOV) is one of parameters in MRI that is possibly adjusted by a radiographer. Many various adjustment of FOV that are using for lumbar MR Imaging. This study is to determine the effect of variations in the value of FOV to the image quality and anatomical information.

Methods : This is a quasi experimental research. The study was conducted with 1.5 Tesla MRI. Data were collected from three volunteers with 5 variations of FOV (17cm, 22cm, 27cm, 32cm and 37cm) which is totally 15 images acquired. Images were evaluated according to the objective evaluation of SNR and CNR by a software in the MRI machine. Quantitative measurements of SNR were conducted on corpus vertebrae, discus intervertebralis, medulla spinalis, cerebrospinal fluid (CSF) and ligamentum flavum respectively. While CNR measurements were on CSF-corpus vertebra, CSF-discus intervertebralis, CSF-medulla spinalis, medulla spinalis-corpus vertebra, medulla spinalis-discus intervertebralis and corpus vertebra-discus intervertebralis. For conspicuity, overall image contrast and artifacts were evaluated qualitatively by three radiologists scoring on the paper sheet based on the image of corpus vertebrae, discus intervertebralis, medulla spinalis, cerebrospinal fluid, ligamentum flavum. Quantitative data of SNR and CNR value were analyzed using Linier Regression and Correlation Spearman test. While radiologists scoring were analyzed using Friedman test and cross tabulation.

Results : The results showed that FOV variations affect the image qualities of T2WI FSE sagittal lumbar MR Imaging. FOV variations are significantly correlate to the SNR of corpus vertebra, discus intervertebralis, medulla spinalis, CSF and ligamentum flavum. FOV variations are also significantly correlate to the CNR value of CSF-corpus vertebra, CSF-discus intervertebralis, CSF-medulla spinalis, medulla spinalis-corpus vertebra and medulla spinalis-discus intervertebralis (p values < 0,05) with positive correlation. But there is no correlation between FOV variations and CNR at the corpus vertebra-discus intervertebralis (p values = 0,109).

Conclusion : Based on these results indicate that overall image and artifacts are relatively similar for all value of FOV variations. Optimal values of FOV for T2WI FSE sagittal lumbar MR Imaging is a FOV of 27 cm.

Keywords : FOV, T2WI FSE, image quality, Lumbar MR Imaging.

PENDAHULUAN

Pemeriksaan klinis pada sistem saraf menggunakan modalitas *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menghasilkan kualitas citra yang lebih baik. Salah satunya pada pemeriksaan MRI lumbal mempunyai keunggulan yaitu mampu memberikan gambaran dengan resolusi kontras antar jaringan yang sangat baik, diantaranya pada gambaran *cerebrospinal fluid* (CSF), *medula spinalis*, isi atau komposisi *medula spinalis*, ruang *subarachnoid*, ruang *epidural*, daerah *paraspinal* dan sumsum tulang dalam berbagai potongan *multiplanar* (Abu Bakar, 2005).

Citra MRI dibentuk oleh *Field of View* (FOV), dimana ukuran FOV menentukan area *coverisasi* dari anatomi dan FOV dapat berbentuk bujursangkar (*square*) atau persegi panjang (*rectangular*) yang terdiri dari *pixel*. *Pixel* area ditentukan oleh ukuran FOV dan jumlah *pixel* dalam FOV atau *matrix*. Area frekuensi pada *matrix* lebih besar dan *phase* dapat diubah-ubah sehingga dapat merubah waktu *scanning* dan resolusi citra. Sedangkan memperbesar FOV pada *phase direksi*, akan menambah *phase encoding* dan menambah lamanya waktu *scanning* (Westbrook, 1998).

Kualitas citra pada MRI dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: (1) *Signal to Noise Ratio* (SNR) yaitu perbandingan antara besarnya *amplitude* sinyal dengan *amplitude* derau (*noise*); (2) *Contrast to Noise Ratio* (CNR) yaitu perbedaan SNR antara organ yang paling berdekatan; (3) *spatial resolution* yaitu besarnya *matrix* akuisisi mengontrol resolusi citra dan (4) waktu pencitraan (*scanning time*) (Westbrook, 1999).

Menurut Westbrook (1999), FOV yang optimal berbeda-beda sesuai dengan kuat medan magnet B_0 dan setiap *pulse sequence* memiliki parameter yang berbeda-beda untuk menghasilkan pembobotan yang berbeda-beda pula. Pembobotan kontras pada masing-masing *pulse sequence* tersebut memiliki karakteristik tertentu sehingga dapat digunakan untuk menilai suatu proses patologis. FOV dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu *small* kurang dari 18 cm, *medium* sekitar 20-26 cm, dan *large* lebih dari 30 cm. Selain itu FOV juga dapat dibedakan berdasarkan bentuknya yaitu bujursangkar (*square*) atau persegi panjang (*rectangular*). Penggunaan ukuran dan bentuk FOV yang tepat sesuai dengan organ yang diperiksa, akan meningkatkan optimalisasi kualitas citra MRI. Variasi FOV pada *pulse*

sequence Fast Spin Echo (FSE) digunakan untuk mendapatkan kualitas citra yang optimal serta waktu *scanning* yang relatif singkat.

Teknik pemeriksaan MRI lumbal yang sering digunakan pada pemeriksaan klinis di rumah sakit adalah *pulse sequence Fast Spin Echo* (FSE), karena dengan *pulse sequence* ini selain dapat memperlihatkan cedera tulang-tulang vertebra juga dapat menghasilkan citra dengan sinyal yang kuat pada cairan CSF termasuk detail akar-akar persyarafan. Keunggulan teknik FSE dibandingkan SE, terutama pada waktu akuisisinya yang lebih cepat untuk menghasilkan citra dengan resolusi yang tinggi. Namun pada aplikasi FOV yang digunakan para operator, sering berbeda-beda baik ukuran maupun bentuknya. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai optimisasi *Field Of View* (FOV) terhadap kualitas citra T2WI FSE MRI lumbal untuk mengetahui penggunaan nilai FOV yang paling optimal pada pemeriksaan klinis.

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan MRI Lumbal pada responden sehat, menggunakan beberapa variasi *Field Of View* (FOV) dengan pembobotan T2WI FSE untuk mempersingkat waktu *scanning* dan dipilih potongan sagital untuk memberikan visualisasi citra yang lebih luas serta menyeluruh.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimen. Sampel penelitian adalah tiga responden sehat, kemudian masing-masing responden dilakukan pemeriksaan MRI lumbal sagital menggunakan *pulse sequence* T2WI FSE dengan variasi FOV square 17 cm, 22 cm, 27 cm, 32 cm dan 37 cm.

Penilaian kualitas citra T2WI FSE MRI lumbal berdasarkan pada hasil penilaian SNR, CNR dan penilaian informasi citra. Penilaian SNR dan CNR menggunakan software yang ada di pesawat MRI, hasilnya berupa data rasio. Kemudian data dianalisis dengan *Kolmogorov Smirnov* untuk mengetahui normalitas data. Apabila data normal dilakukan uji *regresi linier* untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang bermakna dari variasi FOV. Sedangkan penilaian informasi citra secara visual dilakukan oleh radiolog, hasilnya berupa data ordinal.

Tabel 1. Parameter MRI lumbal

Parameter	Nilai
<i>Time repetition (ms)</i>	2580
<i>Time echo (ms)</i>	89,6
FOV (cm)	17, 22, 27, 32, 37
NEX	4
<i>Slice Thickness (mm)</i>	4
<i>Spacing (mm)</i>	1
<i>Flip Angle</i> (derajat)	90
<i>Bandwidth (kHz)</i>	31,2

Data dianalisis dengan uji *Friedman* untuk mengetahui adakah perbedaan yang bermakna dari variasi FOV. Penilaian kualitas citra T2WI FSE MRI lumbal secara visual berdasarkan kejelasan (*conspicuity*) obyek yang dinilai, kontras citra secara umum dan artefak (Hori, 2003). Sedangkan untuk menentukan variasi nilai FOV yang paling optimal menggunakan uji *Friedman* untuk mendapatkan nilai *mean rank* dari setiap variasi FOV. Nilai *mean rank* tertinggi yang dihasilkan merupakan nilai FOV paling optimal. Parameter yang digunakan pada T2WI FSE MRI lumbal pada penelitian ini seperti pada tabel 1.

HASIL

Penelitian ini menggunakan 5 (lima) variasi nilai FOV *square* pada citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital. Variasi nilai FOV yang digunakan pada penelitian ini adalah 17 cm, 22 cm, 27 cm, 32 cm dan 37 cm. Kemudian dilakukan *Region of Interest* (ROI). Ukuran ROI pada daerah *Corpus Vertebrae* (CV), *Discus Intervertebralis* (DI), *Medulla Spinalis* (MS), *Cerebrospinal Fluid* (CSF), *Ligamentum Flavum* (LF) sekecil mungkin di area dengan intensitas yang homogen. Sedangkan ROI pada daerah *background* berada di luar lumbal, dengan menghindari daerah artefak bila ada. Dalam *display* akan tertera nilai *mean* dan standar deviasi pada masing-masing daerah terukur. 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*) seperti pada gambar 1, tabel 2a dan 2b.



Gambar 1. Letak ROI pada daerah (1) corpus vertebrae, (2) discus intervertebralis, (3) medulla spinalis, (4) cerebrospinal fluid, (5) ligamentum flavum dan (6,7,8,9) background.

Dari hasil nilai *mean signal* dan nilai *standart* deviasi *noise* pada masing-masing objek tersebut, dilakukan penilaian *Signal To Noise Ratio* (SNR). Hasil nilai SNR yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3a dan 3b.

Tabel 2a. Hasil nilai mean signal dan nilai standart deviasi noise

Variasi FOV (cm)	SNR		
	CV	DI	MS
17	19,29±9,14	24,48±8,96	21,08±7,17
22	41,29±12,57	38,47±7,55	38,67±9,72
27	57,93±11,86	60,91±14,98	54,12±8,25
32	85,51±39,72	92,39±52,48	82,33±31,47
37	90,67±20,96	89,58±15,41	110,02±29,41

Tabel 2b. Hasil nilai mean signal dan nilai standart deviasi noise

Variasi FOV (cm)	SNR	
	CSF	LF
17	47,57±15,89	33,84±5,97
22	87,22±13,27	95,36±22,94
27	144,27±31,29	132,72±25,04
32	202,79±75,51	131,67±44,69
37	240,96±29,26	219,05±58,11

Tabel 3a. Hasil nilai SNR

Variasi FOV (cm)	SNR		
	CV	DI	MS
17	19,29	24,48	21,08
22	41,29	38,47	38,67
27	57,93	60,91	54,12
32	85,51	92,39	82,33
37	90,67	89,58	110,02

Tabel 3b. Hasil nilai SNR

Variasi FOV (cm)	SNR	
	CSF	LF
17	47,57	33,84
22	87,22	95,36
27	144,27	132,72
32	202,79	131,67
37	240,96	219,05

Tabel 4a. Hasil CNR

Variasi FOV (cm)	CNR		
	CSF-CV	CSF-DI	CSF-MS
17	28,28	23,09	26,48
22	45,93	48,74	48,55
27	86,34	83,86	90,15
32	119,27	110,40	120,46
37	150,30	151,38	130,94

Tabel 4b. Hasil CNR

Variasi FOV (cm)	CNR		
	MS-CV	MS-DI	CV-DI
17	2,75	3,60	5,19
22	3,07	1,74	4,81
27	4,04	10,77	10,53
32	6,45	15,65	13,08
37	19,02	20,44	6,72

Dari nilai SNR masing-masing objek, dilakukan penilaian kembali untuk mendapatkan nilai *Contrast To Noise Ratio* (CNR). Penilaian CNR dilakukan antara CSF dengan *Corpus Vertebra* (CSF-CV), antara CSF dengan *Discus Intervertebralis* (CSF-DI), antara CSF dengan *Medulla Spinalis* (CSF-MS), antara *Medulla Spinalis* dengan *Corpus Vertebra* (MS-CV), antara *Medulla Spinalis* dengan *Discus Intervertebralis* (MS-DI) dan antara *Corpus Vertebra* dengan *Discus Intervertebralis* (CV-DI). Hasil nilai CNR yang diperoleh seperti pada tabel 4a dan tabel 4b.

Setelah citra T2WI FSE MRI lumbal dilakukan ROI untuk mengetahui nilai nilai SNR dan nilai CNR, selanjutnya dipilih satu potongan yang sama pada setiap variasi FOV yang digunakan untuk dicetak pada film. Semua identitas responden dan parameter pemeriksaan disembunyikan. Hasil citra T2WI FSE MRI lumbal kemudian dinilai 5 radiolog. Berikut ini hasil penilaian radiolog pada informasi citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital (gambar 2, tabel 5a dan tabel 5b).



Gambar 2. Citra MRI Lumbal dengan variasi FOV pada potongan yang sama.

Tabel 5a. Hasil penilaian radiolog

Variasi	CV	DI	MS	CSF
A	41	43	31	43
B	42	44	36	42
C	43	43	36	42
D	42	40	35	41
E	39	36	37	39

Tabel 5b. Hasil penilaian radiolog

Variasi	LF	KC	A
A	38	40	29
B	37	40	32
C	37	41	32
D	36	39	32
E	33	36	31

DISKUSI

Pengaruh FOV Terhadap Kualitas Citra

Hasil pengukuran rerata SNR diketahui bahwa urutan intensitas sinyal pada citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital dari nilai tertinggi ke nilai paling rendah adalah *ligamentum flavum*, CSF, *medulla spinalis*, *discus intervertebralis* dan *corpus vertebra*.

Hasil analisis statistik dengan uji korelasi pada interval kepercayaan 95% menunjukkan ada hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) antara FOV dengan SNR pada daerah *corpus vertebra*, *discus intervertebralis*, *medulla spinalis*, CSF dan *ligamentum flavum*. Korelasi bernilai positif, berarti bertambah besar nilai FOV diikuti bertambah tinggi nilai SNR *corpus vertebra*, *discus intervertebralis*, *medulla spinalis*, CSF, dan *ligamentum flavum*. Kemudian hasil uji regresi menyatakan FOV memiliki pengaruh terhadap nilai SNR sebesar 67,2% pada *corpus vertebra*, 57,7% pada *discus intervertebralis*, 77% pada *medulla spinalis*, 82,2% pada CSF dan 73,6% pada *ligamentum flavum*.

Hasil analisis diatas sesuai dengan optimisasi teknik pencitraan MRI lumbal bahwa SNR pada bagian posterior lumbal tergantung dari kualitas koil. Koil spinal posterior akan menghasilkan sinyal yang tinggi pada daerah *ligamentum flavum*, CSF dan *medulla spinalis*, tetapi sinyal yang sangat kuat pada daerah *cauda equina* akan mengacaukan hasil citra. *Phase array coil* sangat dianjurkan untuk MRI torakal dan lumbal dalam menghasilkan SNR dan resolusi citra yang baik. Teknik *pulse sequence Fast Spin Echo (FSE)* yang digunakan sangat mendukung untuk mengurangi waktu *scanning*. Matriks halus yang diaplikasikan pada penelitian ini dapat meningkatkan *spatial resolution* secara signifikan. Selain itu cara yang lebih efektif untuk mendukung peningkatan resolusi dapat dilakukan dengan menggunakan FOV

rectangular pada potongan sagital. Namun pada penelitian ini digunakan FOV *square*.

Penilaian CNR dilakukan antara CSF dengan *Corpus Vertebra (CSF-CV)*, antara CSF dengan *Discus Intervertebralis (CSF-DI)*, antara CSF dengan *Medulla Spinalis (CSF-MS)*, antara *Medulla Spinalis* dengan *Corpus Vertebra (MS-CV)*, antara *Medulla Spinalis* dengan *Discus Intervertebralis (MS-DI)* dan antara *Corpus Vertebra* dengan *Discus Intervertebralis (CV-DI)*.

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji korelasi pada interval kepercayaan 95% menunjukkan tidak ada hubungan antara FOV dengan CNR *Corpus Vertebra-Discus Intervertebralis (CV-DI)*. Namun pada uji korelasi antara FOV dengan CNR pada; CSF-*Corpus Vertebra (CSF-CV)*, CSF-*Discus Intervertebralis (CSF-DI)*, CSF-*Medulla Spinalis (CSF-MS)*, *Medulla Spinalis-Corpus Vertebra (MS-CV)* dan *Medulla Spinalis-Discus Intervertebralis (MS-DI)* menunjukkan ada hubungan yang signifikan (nilai $p < 0,05$) dan korelasi bernilai positif. Hal tersebut berarti bertambah besar nilai FOV diikuti juga bertambah tinggi nilai CNR pada daerah tersebut.

CNR adalah perbedaan SNR antara organ yang saling berdekatan. CNR yang baik dapat menunjukkan perbedaan antara daerah patologis dan daerah normal. Pada penelitian ini hasil penilaian CNR sejalan dengan hasil penilaian SNR, yaitu bertambah besar nilai FOV diikuti juga bertambah tinggi nilai CNR. CNR pada penelitian ini dapat ditingkatkan pada tiap variasi FOV karena menggunakan pembobotan T2. Selain itu CNR juga dapat ditingkatkan dengan beberapa cara yaitu menggunakan media kontras, melakukan pemilihan *magnetization transfer* dan menghilangkan gambaran jaringan normal dengan *spectral pre-saturation*.

Hasil uji regresi menyatakan FOV memiliki pengaruh sebesar 84,4% terhadap CNR CSF-*Corpus Vertebra*, sebesar 91,8% terhadap CNR CSF-*Discus Intervertebralis*, sebesar 78,3% terhadap CNR CSF-*Medulla Spinalis*, sebesar 36,5% terhadap CNR *Medulla Spinalis-Corpus Vertebra*, sebesar 39,5% terhadap CNR *Medulla Spinalis-Discus Intervertebralis* dan sebesar 11,2% terhadap CNR *Corpus Vertebra-Discus Intervertebralis*.

Perbedaan Citra Dengan Variasi FOV

Berdasarkan hasil uji Friedman, tidak ada perbedaan yang nyata dari kejelasan (*conspicuity*) citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital dengan variasi FOV, pada daerah *corpus vertebra* dengan nilai $p = 0,589$ (nilai $p > 0,05$), *medulla spinalis* dengan nilai $p = 0,389$, CSF dengan nilai $p = 0,505$. Namun ada perbedaan yang nyata dari kejelasan citra T2WI FSE MRI lumbal dengan variasi FOV, pada daerah *discus intervertebralis* dengan nilai $p = 0,003$ (nilai $p < 0,05$) dan pada *ligamentum flavum* dengan nilai $p = 0,039$.

Multiple pulse RF 180° pada FSE akan menyebabkan lemak tampak hiperintens pada pembobotan T2, sehingga menyebabkan kesulitan mendeteksi kejelasan (*conspicuity*) pada sistem saraf. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian, bahwa ada beda pada *discus intervertebralis* dan *ligamentum flavum* tampak hiperintens karena ada cairan. *Corpus vertebra*, *processus spinosus*, dan *cortex* tampak

hipointens. Sedangkan pada *medulla spinalis* dan CSF tampak hiperintens karena mengandung banyak cairan, namun pada beberapa variasi FOV menjadi sulit dibedakan dengan bagian lemak yang tampak hiperintens juga akibat ETL yang digunakan pada *pulse sequence* FSE. Menurut Westbrook (1998), menyarankan penggunaan aplikasi *coherent* GRE T2* pada pemeriksaan MRI Lumbal sagital adalah teknik yang dapat menghasilkan resolusi citra yang lebih baik untuk menilai *discus intervertebralis*, *medula spinalis* dan CSF.

Sementara penilaian citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital terhadap kontras citra secara umum yang dihasilkan oleh setiap variasi FOV, menunjukkan tidak ada perbedaan dengan nilai $p=0,453$ (nilai $p>0,05$). Begitu juga penilaian citra T2WI FSE MRI Lumbal pada artefak, dengan uji beda Mann-Whitney menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara artefak yang dihasilkan dengan variasi nilai FOV dengan p value 0,733 ($p > 0,05$).

Artefak pada citra T2WI FSE MRI Lumbal berasal dari aorta, vena kava inferior (IVC) dan pembuluh darah lumbal. Hal ini dapat diatasi dengan meletakkan *pulse spatial pre-saturation* pada superior, inferior dan anterior di dalam FOV pada potongan sagital. *Pulse spatial pre-saturation* juga perlu dipasang pada anterior, kanan (R), dan kiri (L) pada posisi potongan aksial atau oblik untuk mengurangi artefak bayang-bayang (phase ghosting). Penggunaan Gradien Moment Nulling (GNM) juga dapat mengurangi artefak karena aliran (flow), akan tetapi dapat meningkatkan sinyal cairan CSF, khususnya pada pembobotan T2. Menukar sumbu *phase superior/inferior* ke posisi *anteroposterior* pada potongan sagital adalah cara yang paling baik untuk menghilangkan artefak yang berasal dari *medulla spinalis*.

Hal ini sangat bisa dilakukan pada FOV *square*, seperti yang telah dilakukan pada penelitian ini sehingga artefak pada citra T2WI FSE MRI Lumbal sagital dengan variasi FOV pada penelitian ini, menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna. Namun jika digunakan FOV *rectangular*, penukaran sumbu tidak dapat digunakan ketika sumbu panjangnya diletakkan secara horisontal. Pada saat memperkecil ukuran FOV pada arah *phase*, maka aliasing akan timbul. Oleh karena itu harus digunakan teknik *oversampling* untuk mengurangi artefak yang terjadi.

Berdasarkan hasil prosentase penilaian lima radiolog terhadap citra T2WI MRI lumbal potongan sagital, digunakan uji Friedman untuk mendapatkan nilai FOV yang paling optimal untuk mendapatkan nilai mean rank dari setiap variasi FOV yang digunakan. Dari hasil uji tersebut didapatkan nilai tertinggi pada FOV 27 cm dengan nilai mean rank 3,16 dengan prosentase 21% dan nilai terendah pada FOV 37 cm mendapatkan nilai mean rank 2,75 dengan prosentase 18%. Sehingga variasi FOV dalam menghasilkan citra T2WI FSE MRI lumbal sagital yang paling optimal adalah FOV 27 cm.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh variasi FOV terhadap citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital. Pengaruh tersebut terutama pada hasil nilai SNR dan CNR. Ada hubungan yang

signifikan antara FOV dengan nilai SNR dan CNR, korelasi bernilai positif berarti kenaikan nilai FOV menaikkan nilai SNR dan CNR.

Berdasarkan hasil uji Friedman, tidak ada perbedaan kejelasan citra T2WI FSE MRI lumbal dengan variasi FOV pada *corpus vertebra*, *medulla spinalis* dan CSF. Namun ada perbedaan kejelasan citra T2WI FSE MRI lumbal pada *discus intervertebralis* dan *ligamentum flavum*. Sedangkan penilaian pada kontras citra secara umum dan artefak pada citra T2WI FSE MRI lumbal sagital dengan variasi FOV ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna. Nilai *Field Of View* (FOV) yang paling optimal pada citra T2WI FSE MRI lumbal potongan sagital yaitu dengan menggunakan FOV 27 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar. 2005. *Diagnostik Radiologi Pada Kelainan Kolumna Vertebralis*, PT Gramedia: Jakarta.
- Bontranger, KL. 2001. *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy Fifth Edition*, Mosby, A Harcourt Health Company St. Louis Philadelphia.
- Bushong, Stewart C. 1996. *Magnetic Resonance Imaging, Physical and Biological Principles*, Second Edition, Mosby, Washington DC.
- Evelyn C, Price. 2006. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. PT Gramedia: Jakarta.
- Hashemi, H. Ray and Bradley, G. William. 1997. *MRI The Basics*, Williams & Wilkins Company, USA.
- Hori M, Okubo T, Uozomi K, Ishigane K, Kumagai H, Araki T., 2003, *T1-Weighted Fluid-Attenuated Inversion Recovery at Low Field Strength: A Viable Alternative for T1-Weighted Intracranial Imaging*, Volume 24:648-651, AJNR, American Society of Neuroradiology.
- Westbrook, Catherine. 1999. *Handbook of MRI Technique*, Second Edition. London: Blackwell Science.
- Westbrook and Kaut. 1998. *MRI In Practise*, Second Edition. London: Blackwell Science.
- Woodward, Peggy and Freimarck, Roger. 2001. *MRI for Technologist*. McGraw-Hill. Inc. USA.
- Woodward, Peggy and Wiliam, W. Arrison. 1997. *MRI Optimization*. Ahand on approach. McGraw-Hill. Co. USA.