

ANALISIS INFORMASI CITRA ANTARA SEKUENS T2 FRFSE DENGAN T2 PROPELLER PADA PEMERIKSAAN MRI CERVICAL POTONGAN AXIAL DENGAN PESAWAT MRI GE SIGNA 1,5 T

ANALYSIS IMAGE INFORMATION BETWEEN T2 FRFSE SEQUENCES AND T2 PROPELLER SEQUENCES IN CERVICAL MRI EXAMINATION AXIAL SLICE WITH 1,5 T GE SIGNA MRI UNIT

Sri Adhi Lukito¹⁾, Darmini²⁾, Emi Murniati²⁾
^{1,2,3)} Health Polytechnics of Semarang-Indonesia
 e-mail: adhi_lukito@yahoo.com

ABSTRACT

Background: research has been done on the difference of image information for T2 FRFSE sequences and T2 PROPELLER in Radiology Installation of General Hospital Dr Moewardi. The aim of this study is to determine THE differences of the image information between T2 FRFSE sequences and T2 PROPELLER sequences and determine the best sequence between T2 PROPELLER with T2 FRFSE in cervical MRI examination of Spine Axial Slice.

Methods: This research is a quantitative study with experimental approach in Radiology Installation Dr. Moewardi Hospital. Data is collected on examination MRI Cervical in 15 patients, after a Cervical MRI scanning with sagittal slice T2 FRFSE sequences, and then performed scanning T2 PROPELLER sequences on Axial slice. Presented to the three doctors radiologist to assess. Once the image judged by the three respondents, the data analyse by using SPSS 17.0 with Wilcoxon test.

Results: the result showed obtained significance value 0,001 or p value < 0,05 Which means that there are differences image information between T2 FRFSE sequences and T2 PROPELLER sequences. Sequens T2 PROPELLER better than sequens T2 FRFSE in MRI Cervical Axial slice..

Conclusion: Mean value of the same rank on the anatomy of the vertebral body and the soft tissue of the neck are 5.50 and 4.00 , while the mean rank differently on *intraforamen* structure is 6.5 , nerve root is 5.56 , so that the spinal cord was 6.15 T2 PROPELLER still better.

Keywords : T2 Propeller, T2 FRFSE, MRI Cervical, Image Information

PENDAHULUAN

Vertebra cervical adalah salah satu dari rangkaian tulang belakang yang merupakan ruas tulang bagian leher yang membentuk daerah tengkuk. Berfungsi sebagai pendukung dan penyangga tubuh dengan perantara tulang cakram intervertebralis yang memberikan kelenturan. Vertebra cervical tersusun dari tujuh ruas yang saling terkait melalui perantara tulang rawan cakram intervertebralis atau discus intervertebralis (Pearce 1999).

Protokol pada MRI cervical yang disarankan (Moeller 2007) adalah Sagital SE / FSE pembobotan T1, Sagital SE/FSE pembobotan T2 atau GE pembobotan T2*, Coronal SE/FSE pembobotan T1, Coronal SE/FSE pembobotan T2 atau GE pembobotan T2*, Axial/Oblique SE/FSE pembobotan T1, Axial/oblique SE/FSE pembobotan T2 atau GE pembobotan T2*, pada irisan Axial T2, disk tampak lebih terang seperti CSF, dan tulang maupun ligament tampak gelap. Dengan latar belakang yg terang, maka definisinya akan tampak jelas. *Spinal cord* dan akar saraf akan tampak lebih gelap sehingga tampak lebih jelas dan neural foramina akan tervisualisasi dengan baik karena CSF hiperintense (Fellner 2010).

Pemeriksaan MRI dengan berbagai kasus pada vertebrae cervical, dalam pemeriksaan yang relatif lama pasti ada terjadi pergerakan pada cervical pasien baik ketika pasien menelan ludah, menghirup napas, peredaran darah dan pergerakan lain

karena lamanya pemeriksaan, sehingga kemungkinan terjadinya motion artifak karena pergerakan tersebut. Seiring dengan kemajuan teknologi. Pada tahun 1999 dikembangkan metode perbaikan gambar meskipun mengalami pergerakan obyek yang disebut *Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines With Enhanced Reconstruction (PROPELLER)* variasi dari metode PROPELLER ini kemudian diadaptasi oleh beberapa vendor pabrikan pesawat MRI, dengan nama BLADE oleh siemens , PROPELLER oleh General Elektrik, Multivane oleh Philips, RADAR oleh Hitachi dan JET oleh Toshiba (Siemens 2010). *Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines With Enhanced Reconstruction (PROPELLER)* adalah metode baru dalam proses pengumpulan dan rekonstruksi data untuk mengurangi artefak yang diakibatkan oleh rotasi dan pergerakan obyek. Metode tersebut memiliki kelebihan pada proses pengumpulan sampel dari data pada pusat *k-space* dan mendapatkan “arah” bawaan dari data atau informasi yang diperoleh (PIPE, 1999), Sedangkan T2 *fast recovery fast spin echo* (FRFSE) adalah modifikasi

Dari sekuen *fast spin echo* (FSE) standart dengan penambahan pulsa RF untuk *recovery longitudinal* magnetisasi setelah *echo train* dapat membuat *enhance* gambaran cairan saat TR diatur pendek, penggabungan sekuens ini dengan sekuens FSE standart menggunakan TR panjang dapat menampilkan gambaran axial T2 *weighting*

image (David Cheng 2000). Kedua sekuens tersebut merupakan sekuen tambahan yang digunakan untuk menampakan gambaran yang di inginkan oleh radiolog.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah semua pemeriksaan MRI vertebra cervikal. Sampel terdiri dari 15 pasien pemeriksaan MRI vertebra Cervikal dengan sekuens T2 FRFSE dan T2 PROPELLER di Instalasi Radiologi RSUD DR Moewardi.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sekuens T2 FRFSE dan sekuens T2 PROPELLER. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah informasi citra, meliputi *vertebral body*, *Nerve Root*, *spinal cord*, struktur *intraforamen* dan *soft tissue* leher. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah Time Repetition (TR), Time Echo (TE), slice thickness, interslice, matriks, dan Field of View (FOV), Nex.

Tahap pelaksanaan dimulai dengan pengaturan posisi pasien. Pasien diposisikan *supine* di atas meja pemeriksaan, bagian daerah cervikal diatur pada area cervikal coil. Posisi tubuh pasien diatur senyaman mungkin, dipastikan tidak ada rotasi, *Mid Sagital Plane* (MSP) tegak lurus meja pemeriksaan dan sejajar dengan lampu indikator longitudinal. *Center point* lampu kolimator dipusatkan pada regio C3- C4. Pasien dimasukkan ke dalam area magnet.

Tahap selanjutnya adalah Pengaturan sekuens dan parameter. Pemeriksaan dilakukan dengan sekuens T2 FRFSE dan sekuens T2 PROPELLER dilakukan pada obyek cervikal yang sama kepada lima belas pasien, dengan cara masing-masing pasien dilakukan scanning dengan sekuens T2 FRFSE kemudian dilanjutkan dengan scanning sekuens T2 PROPELLER. Pengaturan parameter yang dilakukan pada penelitian ini sudah merupakan program yang ada pada pesawat MRI GE signal,5 Tesla yang menghasilkan kualitas citra terbaik. Parameter pada pesawat MRI GE signa 1,5 Tesla adalah sebagai berikut:

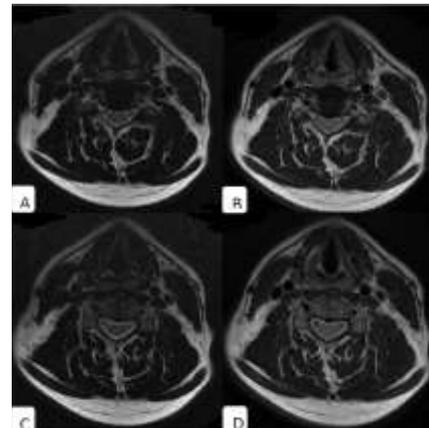
Tabel 1. Parameter pada pesawat MRI GE signa 1,5Tesla

Parameter	Sekuens T2 FRFSE	Sekuens T2 PROPELLER
TR	3200 ms	3200 ms
TE	110 ms	110 ms
FOV	180mm	180 mm
Matrix	128x256	128x256
Slice Thickness	3,5mm	3,5 mm
Interslice	0,5 mm	0,5 mm
NEX	2	2

Setelah memperoleh hasil gambaran MRI vertebra Cervikal potongan axial sekuens T2 FRFSE dan sekuens T2 PROPELLER, kemudian dipilih irisan axial C4/5 diburn pada CD/DVD.

HASIL

Setiap citra yang dihasilkan sekuens T2 FRFSE dan T2 PROPELLER diobservasi oleh 3 orang dokter radiologi dengan skor nilai 1 – 4. Selanjutnya nilai skor masing-masing citra dari ketiga responden dirangkum dan dianalisis dengan uji statistik menggunakan metode *Wilcoxon*. Sebelum melakukan uji *Wilcoxon* terlebih dahulu melakukan uji kappa untuk menentukan nilai uji kappa tertinggi dari ke 3 responden tersebut dan dipilih salah satu responden untuk di analisis dengan uji *Wilcoxon*.



Gambar 1. Citra C4 T2 FRFSE (A), Citra C4 T2 PROPELLER (B), Citra C5 T2 FRFSE (C), Citra C5 T2 PROPELLER (D)

Tabel 2. Hasil penilaian informasi citra anatomi per kriteria pada sekuens T2 FRFSE

NO	Skor penilaian T2 FRFSE		
	Anatomi	Total	Mean
1	Struktur <i>intraforamen</i>	41	2,73
2	<i>Nerve Root</i>	45	3
3	<i>Vertebra Body</i>	48	3,2
4	<i>Spinal Cord</i>	43	2,86
5	<i>Soft tissue</i> pada Leher	49	3,26

Tabel 3. Hasil penilaian informasi citra anatomi per kriteria pada Sekuens T2 PROPELLER

NO	Skor penilaian T2 PROPELLER		
	Anatomi	Total	Mean
1	Struktur <i>intraforamen</i>	55	3,63
2	<i>Nerve Root</i>	54	3,6
3	<i>Vertebra Body</i>	54	3,6
4	<i>Spinal Cord</i>	55	3,63
5	<i>Soft tissue</i> pada Leher	54	3,6

Tabel 2 merupakan hasil penilaian yang didapatkan dari penilaian responden terhadap citra MRI Cervikal potongan axial per kriteria dengan 15 sampel pada sekuens T2 FRFSE didapatkan hasil *mean* dari anatomi struktur *intraforamen* yaitu 2,73. Anatomi *Nerve Root* yaitu 3. Anatomi *Vertebra*

Body yaitu 3,2. Anatomi *Spinal cord* yaitu 2,86, Anatomi *soft tissue* pada Leher yaitu 3,26.

Tabel 3 merupakan hasil penilaian yang didapatkan dari penilaian responden terhadap citra MRI Brain potongan axial perkriteria dengan 15 sampel pada sekuens T2 *PROPELLER* didapatkan hasil *mean* dari anatomi struktur *intraforamen* yaitu 3,63. Anatomi *Nerve Root* yaitu 3,6. Anatomi *Vertebra Body* yaitu 3,6. Anatomi *Spinal cord* yaitu 3,63, Anatomi *soft tissue* pada Leher yaitu 3,6

Berdasarkan nilai pada Tabel 6 dan 7 merupakan hasil penilaian perkriteria anatomi yang didapatkan dari check list yang dinilai oleh responden, jika dilihat pada sekuens kedua nilai *mean* untuk informasi anatomi secara keseluruhan sekuens T2 *PROPELLER* lebih baik dari pada T2 FRFSE.

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik diatas menunjukkan nilai signifikan *p value* = 0.001 atau $p < 0.05$, artinya H_0 ditolak dan H_a diterima, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi anatomi antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER* pada pemeriksaan MRI Cervikal potongan axial.

Tabel 4. Hasil penilaian informasi citra anatomi keseluruhan

Sekuen	<i>p-value</i>	Keterangan
1 T2 FRFSE	0,001	Ada beda signifikan
2 T2 <i>PROPELLER</i>		

Hasil penilaian berdasarkan masing-masing organ atau per kriteria anatomi diuji menggunakan uji *Wilcoxon* yang menghasilkan data sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji *Wilcoxon* informasi citra anatomi Struktur *Intra foraminal* antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*

Informasi Citra	<i>p-value</i>	Keterangan
Struktur <i>Intra foraminal</i> T2 FRFSE	0,001	Ada beda signifikan
Struktur <i>Intra foraminal</i> T2 <i>PROPELLER</i>		

Tabel 6 Hasil Uji *Wilcoxon* informasi citra anatomi *Nerve Root* antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*

Informasi Citra	<i>p-value</i>	Keterangan
1 <i>Nerve Root</i> T2 FRFSE	0,013	Ada beda signifikan
2 <i>Nerve Root</i> T2 <i>PROPELLER</i>		

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik *wilcoxon* menggunakan SPSS 17 pada tabel 5 dengan menyatakan bahwa tingkat kemaknaan (signifikan) *p value* = 0.001 ($p < 0.05$), hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada Struktur *Intra foraminal* antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*.

Berdasarkan analisis uji *Wilcoxon* menyatakan tingkat kemaknaan (*p value*) pada *Nerve Root* adalah 0.013 ($p <$

0.05). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER* potongan axial pada *Nerve Root*. Berikut merupakan hasil uji *Wilcoxon* pada citra MRI Cervikal potongan axial pada anatomi *Vertebra Body*.

Tabel 7. Hasil Uji *Wilcoxon* informasi citra anatomi *Vertebra Body* antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*

Informasi Citra	<i>p-value</i>	Keterangan
1 <i>Vertebra Body</i> T2 FRFSE	0,058	Tida ada beda
2 <i>Vertebra Body</i> T2 <i>PROPELLER</i>		

Analisis uji *Wilcoxon* menunjukkan tidak adanya perbedaan antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER* pada potongan axial pada *Vertebra Body*, ditunjukkan dengan besarnya nilai *p value* > 0.05, yaitu $p = 0.058$.

Tabel 8. Hasil Uji *Wilcoxon* informasi citra anatomi *Spinal cord* antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*

Informasi Citra	<i>p-value</i>	keterangan
1 <i>Soft tissue</i> pada Leher T2 FRFSE	0,008	Ada beda signifikan
2 <i>Soft tissue</i> pada Leher T2 <i>PROPELLER</i>		

Tabel 9. Hasil Uji *Wilcoxon* informasi citra anatomi *Soft tissue* pada Leher antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*

Informasi Citra	<i>p-value</i>	Keterangan
1 <i>Soft tissue</i> pada Leher T2 FRFSE	0,059	Tidak ada beda
2 <i>Soft tissue</i> pada Leher T2 <i>PROPELLER</i>		

Tabel 10. Hasil *Mean Rank* Uji Statistik *Wilcoxon* pada Informasi citra Anatomi antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 *PROPELLER*

Kriteria	Sekuen	Mean rank	keterangan
1 Struktur <i>Intraforamen</i>	T2 FRFSE	0,00	Ada beda signifikan
	T2 <i>PROPELLER</i>	6,50	
2 <i>Nerve Root</i>	T2 FRFSE	5,00	Ada beda signifikan
	T2 <i>PROPELLER</i>	5,56	
3 <i>Vertebra Body</i>	T2 FRFSE	5,50	Tidak ada beda
	T2 <i>PROPELLER</i>	5,50	
4 <i>Spinal Cord</i>	T2 FRFSE	4,50	Ada beda signifikan
	T2 <i>PROPELLER</i>	6,15	
5 <i>Soft tissue</i> pada Leher	T2 FRFSE	4,00	Tidak ada beda
	T2 <i>PROPELLER</i>	4,00	

Penilaian informasi citra pada tabel 8 mengenai *Spinal cord* dengan uji *Wilcoxon* menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 PROPELLER pada potongan axial. Hal ini ditunjukkan pada p value = 0.008 ($p < 0,05$).

Penilaian informasi citra mengenai *soft tissue* Leher dengan uji *Wilcoxon* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 PROPELLER pada potongan axial. Hal ini ditunjukkan pada p value = 0.059 ($p > 0,05$).

Penelitian mengenai perbedaan informasi citra antara sekuens T2 FRFSE dengan sekuens T2 PROPELLER pada pemeriksaan MRI Cervikal dianalisis dengan melihat *mean rank* untuk mengetahui sekuens yang lebih baik dalam menghasilkan informasi citra anatomi. Nilai *mean rank* pada uji statistik non parametrik *Wilcoxon* dapat dilihat pada tabel 10.

Hasil *mean rank* uji *Wilcoxon* pada tabel 10 menunjukkan bahwa sekuens T2 PROPELLER memiliki nilai yang lebih tinggi pada kriteria anatomi struktur *intraforamen*, *nerve root* dan *Spinal cord* sedangkan pada nilai *mean rank* anatomi *Vertebra Body* dan *soft tissue* leher sama.

DISKUSI

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik menunjukkan nilai signifikan p value = 0.0001 atau $p < 0,05$, artinya H_0 ditolak dan H_a diterima, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi citra antara sekuens T2 FRFSE dengan T2 PROPELLER pada pemeriksaan MRI Cervikal potongan axial. Hasil uji *Wilcoxon* pada informasi citra per kriteria anatomi juga terdapat perbedaan secara signifikan yaitu pada 3 kriteria anatomi struktur *intraforamen*, *Nerve Root* dan *Spinal Cord*, sedangkan untuk 2 kriteria anatomi relatif sama pada *Vertebra Body* dan *soft tissue* pada leher.

T2 FRFSE memiliki kelebihan untuk menampilkan detail gambaran patologis yang bagus, Pada sekuens T2 FRFSE selain untuk mendapatkan gambaran patologis, juga terjadi *enhance* ment pada jaringan yang sehat. Hal ini disebabkan pada sekuens T2 FRFSE, lemak tampak *hiperintens* dan detail gambar lebih bagus, tetapi memiliki kekurangan berupa mengurangi *slice coverage*, sehingga informasi yang didapat tidak maksimal, terjadinya *Blurring* pada citra imajing, tidak sensitif terhadap Pendarahan (hemorage) (Ai-Jun ren, 2012). T2 PROPELLER akan memakan waktu scanning yang relative lebih lama. PROPELLER MRI telah diterapkan dalam studi jantung, brain, spinal cord, abdomen, cartilage, dan liver. Secara umum, itu menunjukkan bahwa teknik ini yang tersedia hasil yang lebih unggul di daerah dengan inhomogeneities dan pada obyek yang bergerak menjadi lebih signifikan (Magnreson, 2009).

Sedangkan untuk parameter T2 PROPELLER juga menggunakan TR yang panjang dan TE yang panjang tetapi pada T2 PROPELLER menggunakan *acquisition mode* non cartesian parameter inilah yang berpengaruh terhadap mengontrol motion. Non cartesian adalah teknik pengambilan gambar dengan Pusat k-space (yang berisi amplitudo sinyal

tertinggi dan memberikan kontribusi yang paling baik untuk kontras gambar) yang oversample, yang berarti bahwa sinyal ke noise dan kontras ke noise akan tinggi, oversample tersebut akan itu menunjukkan bahwa teknik ini memberikan hasil yang lebih unggul di daerah dengan inhomogeneities dan pada obyek yang bergerak menjadi lebih signifikan (Magnreson, 2009).

Jika dilihat dari waktu akuisisi sekuens T2 FRFSE lebih cepat yaitu 3:18 menit, sedangkan sekuens T2 PROPELLER sepuluh detik lebih lama yaitu 03:34. teknik ini yang tersedia hasil yang lebih unggul di daerah dengan inhomogeneities dan pada obyek yang bergerak menjadi lebih signifikan dan waktu yang dibutuhkan relatif tidak terlalu lama selisihnya dibandingkan dengan T2 FRFSE. Kedua sekuens tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Penilaian dari keseluruhan informasi anatomi dilakukan berdasarkan subjektifitas dari responden yaitu radiolog yang telah berpengalaman minimal 5 tahun dalam membaca citra MRI.

Jika dilihat dari hasil uji *Wilcoxon* untuk keseluruhan anatomi maupun perkriteria pada pengujian Statistik Non Parametrik *Wilcoxon* didapatkan hasil bahwa sekuens PROPELLER lebih baik dalam menampilkan informasi anatomi daripada sekuens T2 FRFSE. Sedangkan dilihat dari *mean rank* ada 3 kriteria anatomi T2 PROPELLER lebih baik, 2 kriteria T2 FRFSE dan T2 PROPELLER sama baik. Sehingga jika melihat hasil *mean rank* tidak seluruhnya ada perbedaan. Hasil *mean rank* uji *Wilcoxon* pada tabel 12 menunjukkan bahwa sekuens T2 PROPELLER memiliki nilai yang lebih tinggi pada kriteria anatomi struktur *intraforamen*, *nerve root* dan *Spinal cord* sedangkan pada nilai *mean rank* anatomi *Vertebra Body* dan *soft tissue* leher sama. Setelah di konsultasikan dengan 3 responden untuk beberapa klinis memang dibutuhkan kedua sekuens tersebut, dan ada responden yang hanya menggunakan salah satu dari kedua sekuens tersebut karena alasan pasien yang kurang kooperatif sehingga scanning MRI harus lebih cepat tanpa menghilangkan informasi yang dihasilkan. Misal untuk klinis pasien dengan kelainan degeneratif, stenosis, NMO (*neuro myelitic optica*), kedua sekuens tersebut bagus digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perbedaan informasi citra antara sekuens T2 FRFSE dengan T2 Propeller pada pemeriksaan MRI cervikal potongan axial dengan pesawat MRI GE 1,5 T yang dilakukan di Instalasi Radiologi RS Dr Moewardi didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

Terdapat perbedaan citra secara keseluruhan yang signifikan antara sekuens T2 FRFSE dan sekuens T2 PROPELLER pada pemeriksaan MRI Cervikal potongan *axial* karena memiliki p value sebesar 0,001 ($p < 0,05$) dengan secara umum, sekuens T2 PROPELLER menghasilkan informasi citra yang lebih baik dibandingkan dengan sekuens T2 FRFSE.

Sekuens T2 PROPELLER lebih baik dibandingkan T2 FRFSE sesuai dengan hasil uji beda keduanya .dilihat dari *mean rank* ada 3 kriteria anatomi T2 PROPELLER lebih baik,

2 kriteria T2 FRFSE dan T2 *PROPELLER* sama baik. *Mean rank* yang sama yaitu pada anatomi *Vertebra Body* dan *soft tissue* leher yaitu 5,50 dan 4,00, sedangkan untuk *mean rank* struktur *intraforamen* adalah 6,5, *nerve root* adalah 5,56, *Spinal cord* adalah 6,15 sehingga T2 *PROPELLER* masih lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai-Jun, Ren. 2012. *MR Imaging of the Spine at 3.0T with T2-Weighted IDEAL Fast Recovery Fast Spin-Echo Technique*. Department of Radiology, Navy General Hospital of PLA : Beijing.
- David, Cheng. 2000. Comparison of Fast Recovery Fast spin echo and Conventional Fast spin echo for T2 weighted imaging of the Prostate Gland. Brigham and Women s Hospital, Boston, MX, GE Medical Systems, Fovt Lee, NJ.
- Erickson, H. 2007. *PROPELLER MRI visualizes detailed pathology of hippocampal sclerosis*; Department of Clinical and Experimental Epilepsy. Institute of Neurology : UCL, Queen Square, Box 29, London WC1N 3BG, United Kingdom.
- Fellner. 2010. *BLADE in sagittal T2 weighted imaging of the cervical spine*. AJNR university medical center Regensburg : Germany.
- Magneson. 2010. Motion correction in Propeller an Turboprop MRI. Chicago National Institue of Health.
- Moeller. 2003. MRI parameters and positioning head neck and chest. C.V. thieme : Stuttgart, Germany.
- Pearce, C Evelyn. 1999. Anatomi untuk paramedis. Gramedia : Jakarta.
- Pipe. 1999. Motion correction with *PROPELLER MRI* :Application to Head Motion and Free breathing Cardiac imaging. Chicago National Institue of Health.
- Siemens. 2010. Blade Siemens healthcare aven to australia
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung.
- Snell, Richard S. 2006. Anatomi Klinik untuk Mahasiswa Kedokteran; alih bahasa Liliana Sugiharto, Ed 6. ECG : Jakarta.
- Vertinsky. 2007. Cutting Edge Imaging of THE Spine. Department of Radiology Medical University of Graz Auenbruggerplatz 9, 8036 Graz : Austria.
- Weckbach, S. 2008. Magnetic resonance imaging of the cervical spine: comparison of 2D T2-weighted turbo spin echo, 2D T2*weighted gradient recalled echo and 3D T2-weighted variable flip-angle turbo spin echo sequences. Department of Clinical Radiology, University Hospital Mannheim, Medical : Germany.
- Westbrook, Catherine. 1999. Handbook of MRI Technique. Blackwell Science Ltd : United Kingdom.
- Westbrook, C. and Kaunt, C. 1999. MRI in Practise. Blackwell Science Ltd. : United Kingdom
- Westbrook, Catherine. 2008. Handbook of MRI Technique, vol 3. Blackwell Science Ltd. : United Kingdom.