

## ANALISIS INFORMASI ANATOMI DENGAN VARIASI NILAI SENSITIVITY ENCODING (SENSE) PADA SEKUEN T2 WEIGHTED BALANCE TURBO FIELD ECHO (BTFE) PADA PEMERIKSAAN MRCP DI INSTALASI RADIOLOGI SILOAM HOSPITAL SURABAYA

### IMAGE INFORMATION VALUE OF VARIATION ANALYSIS VALUE SENSITIVITY ENCODING (SENSE) USING T2 WEIGHTED TURBO BALANCE FIELD ECHO (BTFE) SEQUENCE IN THE MRCP IN RADIOLOGICAL INSTALLATION SILOAM HOSPITAL SURABAYA

Ary Indra Wicaksono<sup>1)</sup> Emi Murniati<sup>2)</sup> Siti Masrochah<sup>3)</sup>

<sup>1),2),3)</sup> Poltekkes Kemenkes Semarang

e-mail : aryindraw@gmail.com

#### ABSTRACT

**Background :** MRCP is an examination used to evaluate the system biliary, pancreas and gall bladder with channel because of the possible presence of stones, tumors and other diseases. To diagnose the MRCP examination, one sequence in use is T2 weighted Turbo Field Echo Balance (T2W BTFE) which in its parameters No Sensitivity Encoding (SENSE). The purpose of this study was to determine the Information analysis Anatomical differences with variation of Sensitivity Encoding (SENSE) on T2-weighted sequences BTFE the MRCP examination, And to investigate value Sensitivity Encoding (SENSE) optimal T2-weighted sequences BTFE the MRCP examination.

**Methods :** The method of this research is experimental with approach quasi-experimental design with control. This research is done in Siloam Hospital Surabaya. MRCP image data in the form of axial 40 of the 10 patients with 4 variation of Sensitivity Encoding (SENSE), which are 1.4, 1.6, 1.8, and 2. Assessment of information image data done by 3 respondents. Analysing process done with Friedman test.

**Results :** The results showed that there MRCP image information differences with variation in sensitivity encoding (SENSE) on T2-weighted sequences BTFE with a significance level of p value <0.001. Differences in image information occurs in liver, Gall Blader, Pancreas and CBD (Common Bile Duct). The use value Sensitivity Encoding (SENSE) on T2-weighted sequences for optimal BTFE MRCP is a 1.8 with a mean rank 3.85.

**Conclusion :** The optimal use value Sensitivity Encoding (SENSE) on T2-weighted sequences for optimal BTFE MRCP is a 1.8.

**Keywords :** MRCP, Sensitivity Encoding (SENSE), T2 weighted BTFE.

#### PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan salah satu modalitas imaging diagnostik yang dapat menghasilkan irisan anatomi tubuh secara multiplanar dengan kontras resolusi yang sangat baik. MRI dapat mendeteksi perbedaan kontras pada jaringan lebih baik daripada CT Scan. Pemeriksaan dengan menggunakan MRI menghasilkan citra lebih baik dan mempunyai beberapa kelebihan antara lain dapat memberikan gambaran dengan spatial resolusi yang baik, kontras antar jaringan yang baik, tanpa radiasi pengion, dan dapat menghasilkan gambaran dari berbagai potongan (multi planar) yaitu potongan axial, coronal, serta sagital tanpa dilakukan suatu rekonstruksi gambar terlebih dahulu. (Blink, 2004).

Salah satu pemeriksaan MRI adalah pemeriksaan Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP). Menurut penelitian Eva C, dkk, (2006) MRCP memberikan penilaian yang lebih baik dibandingkan dengan Endoscopy Retrograde Cholangio Pancreatography (ERCP). ERCP adalah pemeriksaan yang bersifat invasif dalam mengevaluasi kelainan obstruktif biliary. MRCP adalah pemeriksaan MRI

yang digunakan untuk mengevaluasi system biliary, pankreas dan kandung empedu dengan salurannya karena kemungkinan adanya batu, tumor dan penyakit lainnya. Merupakan pemeriksaan dengan gambaran multiplanar yang diperoleh dengan mensejajarkan system biliary menggunakan MR sequence yang sensitif untuk menampakkan aliran dalam duktus yang akan hiperintens dan sebaliknya jaringan lunak menjadi hipointens.

Pemeriksaan MRCP terdapat dua teknik dalam pengambilan citra yaitu Teknik Trigger dan Teknik Breath hold. Teknik Trigger menggunakan respiratory gating yang diletakkan di atas perut. Trigger digunakan pada pasien-pasien yang tidak kooperatif dan pasien anak-anak. Dalam teknik ini scanning dilakukan saat fase antara inspirasi dan ekspirasi berlangsung, dimana ada jeda beberapa detik, saat itulah dilakukan scanning. Pada teknik Breath Hold scanning berlangsung saat pasien tahan napas yang bertujuan untuk menghindari kekaburan citra akibat pergerakan organ-organ rongga dada dan organ-organ dalam cavum abdomen. Teknik ini digunakan pada pasien yang kooperatif, dimana pasien bisa diatur inspirasi dan ekspirasi saat pemeriksaan.

Parallel imaging merupakan teknik pengurangan waktu

yang menggunakan phased array coil. Phased array coil mengukur dan memproses sinyal dari sebuah potongan, kemudian menggabungkan potongan untuk membentuk gambar area yang lebih besar dari anatomi. Teknik akuisisi parallel memperoleh bagian dari K-Space dengan setiap koil elemen, kemudian menggabungkan untuk membentuk gambar akhir. Waktu scan menjadi berkurang karena berkurangnya jumlah baris yang diperoleh untuk setiap elemen. Jumlah elemen yang digunakan dalam pengukuran adalah proporsional dengan pengurangan waktu. Teknik parallel imaging yang bisa digunakan salah satunya adalah sensitivitas encoding atau SENSE. (Brown dan Semelka, 2015)

Penegakan diagnosa yang sempurna akan dijadikan sebagai dasar oleh dokter dalam memberikan informasi dan penanganan yang tepat kepada pasien. Pada pemeriksaan MRCP di RS Siloam Surabaya ini salah satu sekuen yang di gunakan adalah T2 weighted Balance Turbo Field Echo (T2W BTFE) yang di dalam parameter nya ada Sensitivity Enchoding (SENSE). Nilai SENSE yang di gunakan di sekuen T2W BTFE di rumah sakit Siloam Surabaya adalah 1.4 dengan nilai rentang 1 – 4 dan selalu dibuat tetap. Sekuen T2 weighted Balance Turbo Field Echo (T2W BTFE) di gunakan karena memungkinkan untuk evaluasi hasil informasi citra anatomi yang akurat dalam menampilkan Hepar, gallblader, pancreas dan saluran bilier (MRI Manual Book Philips, 2011).

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan quasi experimental with control design yang bertujuan untuk mengetahui analisis Informasi Anatomy dengan variasi nilai Sensitivity Encoding (SENSE) pada sekuen T2 weighted BTFE pada pemeriksaan MRCP. Penelitian ini dikatakan quasi experimental design karena eksperimen ini memberikan perlakuan (treatmens), pengukuran dampak (output measures) dari unit-unit eksperimen, namun tidak menggunakan penetapan secara acak. Sampel dalam penelitian ini adalah volunter yang bersedia di lakukan pemeriksaan MRCP di Unit Radiologi RS Siloam Surabaya yaitu dengan jumlah 10 volunter, kemudian masing-masing Sampel dari penelitian ini dilakukan scanning MRCP dengan sekuen T2W BTFE dengan variasi nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE) 1,4 ; 1,6 ;1,8 ; 2.

Responden yang memberikan penilaian terhadap citra MRCP potongan axial sekuens T2W BTFE dengan variasi nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE) adalah dokter spesialis radiologi. Informasi citra dalam penelitian ini adalah hasil pengamatan terhadap kualitas citra. Kualitas citra yang dimaksud dalam penelitian ini mengacu citra anatomi dan kontras citra secara umum dengan skala pengukuran ordinal yang diukur dengan menggunakan checklist yang dinilai oleh radiolog.

Citra yang telah dipilih yaitu slice potongan axial dan diatur tanpa ada identitas dan keterangan nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE) lalu disimpan dalam CD dengan format DICOM kemudian ditampilkan dalam komputer dokter

radiologi guna mencermati gambaran diagnostik dari masing-masing pasien satu persatu.

Penelitian kualitatif berupa menilai kontras citra secara umum dan informasi citra : Hepar, Pancreas, Gall Blader serta Common Bile Duct (CBD). Serta memilih citra terbaik dari 10 sampel dengan variasi nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE).

Data diolah dan diuji secara komputerisasi menggunakan program SPSS. Data hasil penilaian dalam kuisioner tersebut dilakukan uji Cohens's Kappa sebagai parameter konsistensi subjektifitas responden. Data hasil jawaban kuesioner oleh observer (dokter spesialis radiologi) yang diperoleh dari hasil perbandingan 4 variasi nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE) sekuen T2W BTFE pada MRCP adalah data ordinal. Untuk menentukan nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE) yang optimal untuk menghasilkan citra MRCP pada potongan axial pada sekuen T2W BTFE dilakukan uji friedman dengan melihat nilai mean rank tertinggi dari setiap variasi Sensitivitas Enchoding (SENSE) yang digunakan, serta untuk menentukan Sensitivitas Enchoding (SENSE) yang efektif untuk menghasilkan citra optimal. Untuk mengetahui perbedaan pada informasi citra MRCP terhadap variasi Nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE).

## HASIL

Uji Friedman bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan dari variasi Nilai Sensitivitas Enchoding (SENSE) terhadap informasi citra MRCP sekuen T2W BTFE potongan axial. Adapun hasil uji Friedman pada tiap-tiap variasi adalah sebagai berikut

Tabel 1. Hasil uji beda friedman

Variabel	<i>p value</i>
Variasi Sensitivity Enchoding (Sense) – Informasi Citra	<0,001

Dari hasil uji friedman untuk keseluruhan organ pada tiap variasi adalah  $p = <0,001$  yang mana  $p = <0,05$  yang artinya terdapat perbedaan pada tiap variasi untuk keseluruhan organ.

Kemudian dilakukan Uji Post Hoc Wilcoxon merupakan pengujian lanjutan dari uji friedman yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan tiap variasi terhadap informasi citra MRCP secara keseluruhan.

Tabel 2. Hasil signifikansi uji Wilcoxon

No.	<i>b value</i>	<i>p value</i>
1.	1,4 – 1,6	<0.001
2.	1,4 – 1,8	<0.001
3.	1,4 - 2	<0.001
4.	1,6 – 1,8	<0.001
5.	1,6 - 2	<0.001
6.	1,8 - 2	<0.001

Berdasarkan pengujian dengan Wilcoxon apabila nilai signifikansi *p value* dari tiap variasi lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak, bahwa ada perbedaan pada tiap variasi Nilai

*Sensitivitas Enchoding (SENSE)* terhadap informasi citra MRCP sekuen T2W BTFE potongan axial.

Dalam menentukan nilai *Sensitivitas Enchoding (SENSE)* yang optimal dapat diketahui dengan melihat nilai mean rank pada uji friedman.

Tabel 3. Hasil Uji Friedman untuk keseluruhan organ pada tiap variasi

No.	<i>Sensitivity Enchoding (Sense)</i>	<i>Mean Rank</i>
1.	Sense 1.4	1,50
2.	Sense 1.6	2,65
3.	Sense 1.8	3,85
4.	Sense 2	2,00

Berdasarkan hasil mean rank tersebut untuk nilai tertinggi yaitu pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.8 dengan mean rank 3,85, peringkat kedua pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.6 dengan mean rank 2,65, kemudian peringkat ketiga pada *Sensitivity Enchoding (Sense)* 2 dengan mean rank 2,00, untuk posisi terakhir yaitu *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.4 dengan mean rank 1,50. Dilihat berdasarkan nilai mean rank tersebut untuk gambaran hasil yang paling baik berdasarkan uji Friedman keseluruhan adalah *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.8, sedangkan hasil paling rendah adalah variasi pertama atau *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.4.

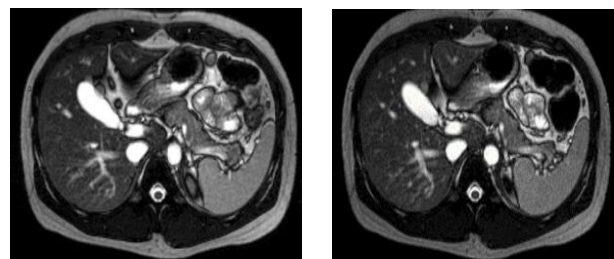
Setelah dilakukan uji friedman pada keseluruhan organ, dilakukan uji friedman pada masing-masing organ, untuk mengetahui perbedaan variasi *Sensitivity Enchoding (Sense)* terhadap informasi citra MRCP sekuen T2W BTFE potongan axial. Hasil dari uji friedman pada tiap organ adalah sebagai berikut

Tabel 4. Hasil Mean Rank dan Signifikansi uji Friedman Variasi *Sensitivity Enchoding (Sense)* terhadap informasi citra MRCP sekuen T2W BTFE potongan axial pada tiap organ

No.	Nama Organ	Variasi Sense	<i>p value</i>	<i>Mean rank</i>
1.	Hepar/Liver	1,4	<0,001	2,50
		1,6		2,50
		1,8		3,05
		2		1,95
2.	GallBlader	1,4	<0,001	1,75
		1,6		2,70
		1,8		3,50
		2		2,05
3.	Pancreas	1,4	<0,001	1,50
		1,6		2,70
		1,8		3,45
		2		2,35
4.	CBD	1,4		2,05

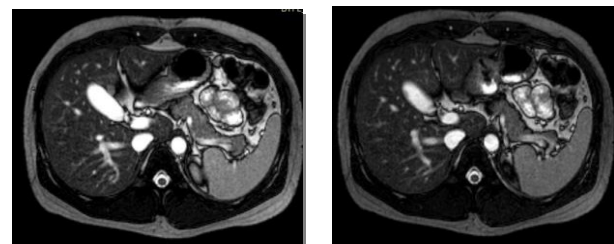
1,6		2,65
1,8	<0,001	2,85
2		2,45

Berdasarkan tabel hasil uji friedman pada tiap organ bervariasi yaitu pada organ hepar/liver, untuk mean rank yang tertinggi yaitu pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.8 dengan nilai 3.05, kemudian posisi kedua dan ketiga yaitu pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.4 dan 1.6 dengan nilai mean rank 2.50, selanjutnya pada posisi ke empat *Sensitivity Enchoding (Sense)* 2 dengan nilai mean rank 1.95. Nilai *p value* variasi nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* pada Hepar yaitu <0,001, yang artinya terdapat perbedaan antara tiap variasi terhadap informasi anatomi Hepar/Liver.



a. Sense 1.4

b. Sense 1.6



c. Sense 1.8

c. Sense 2

Gambar 1. Hasil dari variasi *Sensitivity Enchoding (Sense)* sekuen T2W BTFE Potongan axial

Pada organ Gall-Blader mean rank yang tertinggi yaitu pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.8 yaitu 3.50, peringkat kedua pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.6 mean rank 2.70, untuk peringkat ketiga nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 2 dengan mean rank 2.05. Selanjutnya peringkat keempat pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.4 dengan mean rank 1.75. Untuk *p value* yaitu <0,001 yang berarti terdapat perbedaan pada organ Gall-Blader.

Pada organ Pancreas mean rank yang tertinggi yaitu pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.8 yaitu 3.45, peringkat kedua pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.6 mean rank 2.70, untuk peringkat ketiga nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 2 dengan mean rank 2.35. Selanjutnya peringkat keempat pada nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1.4 dengan mean rank 1.50. Nilai *p value* pada organ Pancreas yaitu <0,001 yang berarti terdapat perbedaan antara organ Pancreas dengan variasi nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)*.

Pada organ CBD mean rank yang tertinggi yaitu pada nilai Sensitivity Enchoding (Sense) 1.8 yaitu 2.85, peringkat kedua pada nilai Sensitivity Enchoding (Sense) 1.6 mean rank 2.65, untuk peringkat ketiga nilai Sensitivity Enchoding (Sense) 2 dengan mean rank 2.45. Selanjutnya peringkat keempat pada nilai Sensitivity Enchoding (Sense) 1.4 dengan mean rank 2.05. Untuk  $\rho$  value yaitu  $<0,001$  yang berarti terdapat perbedaan pada organ CBD.

## DISKUSI

Berdasarkan dari hasil uji Friedman didapatkan nilai  $\rho < 0,001$  yang artinya terdapat perbedaan pada tiap variasi terhadap informasi citra MRCP sekuen BTFE potongan axial atau  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Kemudian pada uji statistik friedman masing – masing anatomi atau untuk organ Hepar/liver, Gall Blader, Pancreas dan CBD  $\rho < 0.05$  yaitu  $H_a$  diterima artinya terdapat perbedaan pada masing – masing anatomi terhadap variasi nilai Sensitivity Enchoding (Sense).

Pengujian lanjutan dari uji friedman adalah Uji Wilcoxon yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan tiap variasi terhadap informasi citra MRCP secara keseluruhan. Nilai p-value dari tiap variasi lebih kecil dari  $\alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, bahwa ada perbedaan pada tiap variasi Sensitivity Enchoding (Sense) terhadap informasi citra MRCP sekuen BTFE potongan axial. Sehingga Sensitivity Enchoding (Sense) tidak bisa saling menggantikan.

Adanya perbedaan analisis variasi Sensitivity Enchoding (Sense) terhadap informasi anatomi dikarenakan pengaturan parameter Sensitivity Enchoding (Sense) mempengaruhi waktu Breath Hold yang harus dilakukan pasien, peningkatan nilai Sensitivity Enchoding (Sense) menyebabkan semakin singkat waktu untuk tahan napas yang dilakukan oleh pasien selama pemeriksaan. Misalnya pada pengaturan Sensitivity Enchoding (Sense) 1.4 pasien harus dapat tahan selama 20 detik, sedangkan pada pengaturan Sensitivity Enchoding (Sense) 1.8 pasien harus dapat tahan napas selama 15 detik. Hal ini mengakibatkan pada pengaturan parameter Sensitivity Enchoding (Sense) 1.4, pasien / volunteer harus tahan napas lebih lama sehingga untuk pasien / volunteer yang tidak dapat menahan napasnya lebih lama mengakibatkan terjadinya pergerakan diafragma saat bernapas, sehingga terjadi artefak yang mengganggu informasi citra anatomi yang dihasilkan.

Untuk memberikan informasi citra MRCP yang baik di butuhkan kemampuan untuk menghasilkan gambaran kontras pada jaringan lunak tubuh. Hal ini sangat dipengaruhi oleh faktor alat dan faktor struktur atom penyusun tubuh. Dalam memilih parameter diupayakan agar gambar yang dihasilkan optimal dengan waktu scanning yang singkat. Optimisasi pada pemeriksaan MRI sangat perlu diketahui oleh

seorang radiografer dengan cara mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi informasi anatomi tersebut.

Informasi citra anatomi dari variasi Nilai Sensitivity Enchoding (Sense) yang optimal didapatkan dari uji friedman. Uji Friedman bertujuan untuk mengetahui nilai mean rank pada masing masing variasi Sensitivity Enchoding (Sense). Nilai mean rank tertinggi menunjukkan Sensitivity Enchoding (Sense) yang optimum dalam memvisualisasikan MRCP dengan sekuen BTFE potongan axial. Berdasarkan hasil mean rank tersebut untuk nilai tertinggi yaitu pada nilai Sensitivity Enchoding (Sense) 1.8 dengan mean rank 3,85, peringkat kedua pada nilai Sensitivity Enchoding (Sense) 1.6 dengan mean rank 2.65, kemudian peringkat ketiga pada Sensitivity Enchoding (Sense) 2 dengan mean rank 2.00, selanjutnya pada peringkat empat pada Sensitivity Enchoding (Sense) 1.4 dengan mean rank 1.50. Dilihat berdasarkan nilai mean rank tersebut untuk gambaran hasil yang paling baik berdasarkan uji Friedman keseluruhan adalah Sensitivity Enchoding (Sense) 1.8, sedangkan hasil paling rendah adalah variasi pertama atau Sensitivity Enchoding (Sense) 1.4.

Berdasarkan hasil tersebut maka untuk hasil variasi *Sensitivity Enchoding (Sense)* yang paling baik yaitu pada variasi ketiga dengan nilai *Sensitivity Enchoding (Sense)* 1,8.

## SIMPULAN

Terdapat perbedaan pada variasi nilai Sensitivity Enchoding (Sense) terhadap informasi anatomi citra MRCP potongan axial dengan sekuen Balance Turbo Field Echo (BTFE). Hal tersebut didapatkan dari hasil nilai  $\rho$  value  $<0,001$ .

Nilai Sensitivity Enchoding (Sense) yang optimal diperoleh pada nilai 1.8 dengan mean rank 3,85.

## DAFTAR PUSTAKA

- Applegate, 1991. The Sectional Anatomy Learning System. Philadelphia, PA 19106
- Dale, M, Brian, M.A Brown dan Richard C. Semelka, 2015, MRI Basic Principle and Application, Fifth Edition, John Wiley : New Jersey
- Elster, AD, 2015, Explain how does SENSE/ASSET work, Elster LLC, mri-q.com
- Hashemhi. Ray.h, and Bradley William g. jr, 1997. MRI the Basic. William and Wilkins. USA.
- [http://www.mrprotocols.com/oldsite/MRI/Abdomen/MRCP\\_Dr\\_P\\_Protocol.htm](http://www.mrprotocols.com/oldsite/MRI/Abdomen/MRCP_Dr_P_Protocol.htm): diakses 5 Desember 2017
- Glockner, James F, MD, PhD, Houchun h. Hu, BME, David W Stenly, BS dan Kevin King, PhD, 2005, Pararel Imaging : A User Guide, RSNA
- Irwan, 2011. Sistem Biliaris. <http://www.dokterirga.com/sistem-biliaris/>, diakses tanggal 5 juni 2013
- IPB, 2010 [repository.ipb.ac.id/.../B10rza\\_BAB%20II.%20Tinus.](http://repository.ipb.ac.id/.../B10rza_BAB%20II.%20Tinus.), diakses tanggal 20 januari 2018
- James, 2006. Anatomy, pathophysiology, and epidemiology of the biliary system [www.blackwellpublishing.com/.../bpl.../9781405127400\\_4\\_001.pdf](http://www.blackwellpublishing.com/.../bpl.../9781405127400_4_001.pdf), diakses tanggal 5 juni 2018
- Ji, Qian, dkk, PubMed, Abdom Imaging, 2010. Orally Administered Lemon/Orange Juice Improved MRCP Imaging Of Pancreas Ducts. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19404562> diakses 15 January 2018
- Kalntenthaler, Eva C, dkk, 2006. MRCP Compared To Diagnostic ERCP For Diagnosis When Biliary Obstruction Is Suspected: A Systematic Review <http://www.biomedcentral.com/1471-2342/6/9> diakses 04 Januari 2018

- Mandarano, 2008. The diagnostic MRCP examination: overcoming technical challenges to ensure clinical success. [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov), diakses tanggal 8 Mei 2018
- Morelli, John N, Val M. Runge, Fei Ai, Ulrike Attenberger, Lan Vu, Start H. Schemet, Wolfgang R. Nitz dan John E. Kirsch, 2011, An Image-based Approach to Understanding the physics of MR Artifacts.
- Moeller, Torsten B. M. D., 2003, MRI Parameters and positioning, Am caritas krankenhaus billingen/saar, New York
- Pearce, E. C., 2008, Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis. Diterjemahkan oleh Sri Yuliani Handoyo, PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Siemens, 2011. Abdominal Imaging Application Brochure. Magnetom Esensa
- Vitellas et al. (2000). MR Cholangiopancreatography of Bile and Pancreatic Duct Abnormalities with Emphasis on the Single-Shot Fast Spin-Echo Technique. <http://radiographics.rsna.org/content/20/4/939.abstract>, diakses tanggal 5 Maret 2018
- Westbrook and Kaut. 1999. MRI In Practise, Second Edition. London: Blackwell Science
- Westbrook, C., 2008, Handbook of MRI technique, Sheridan Books, Inc : United Kingdom