

ANALISIS INFORMASI CITRA ANATOMI ANTARA TEKNIK *BREATH-HOLD* DAN *TRIGGER* PADA PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY (MRCP)* MENGGUNAKAN *SEQUENCE T2 HALF FOURIER ACQUISITION SINGLE SHOT TSE (HASTE) CORONAL SLAB*

ANALYSIS OF IMAGE INFORMATION OF *BREATH-HOLD* AND *TRIGGER* TECHNIQUE IN *MAGNETIC RESONANCE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY (MRCP)* EXAMINATION USING *T2 HALF FOURIER ACQUISITION SINGLE SHOT TSE (HASTE) SEQUENCE CORONAL SLAB*

Yusron Adi Utomo¹⁾, Bambang Satoto²⁾, Rini Indrati³⁾

¹⁾Technologist in Gunung Jati Cirebon Hospital

²⁾Physician in Kariadi Semarang Hospital

³⁾Health Polytechnics of Semarang-Indonesia

Author Mail: yusronadi17@gmail.com

ABSTRACT

Background: There are two image acquisition techniques in MRCP examination, which are breath-hold and trigger technique. Acquisition process in breath hold occurs when the patient holds their breath, meanwhile trigger technique uses respiratory gating that functioned to monitor patient's respiration and the acquisition occurs in the transition phase of inspiration and expiration. In Royal Taruma Jakarta Hospital this two technique are used sustainably, but in other hospital, such as Hasan Sadikin Bandung Hospital just uses one technique. This research aims to know the difference of anatomic image information of breath-hold and trigger technique in MRCP examination using T2 HASTE sequence coronal slab and to know which examination technique is better to produce anatomic image information between breath-hold and trigger technique.

Methods: This research type was quantitative research with the observational approach. The data obtained by scanning 10 patients using breath-hold and trigger technique in Royal Taruma Jakarta Hospital. The image result was scored by radiology physician using checklist. The obtained data was analyzed with Wilcoxon test to know the difference of anatomic image information and which technique is better to produce anatomic image information between breath-hold and trigger technique.

Results: The result showed that there were differences of anatomic image information of breath-hold and trigger technique on MRCP examination using T2 HASTE sequence coronal slab with p-value 0,011. Trigger technique produced better anatomic image information than breath-hold technique.

Conclusion: There were differences of anatomic image information of breath hold and trigger technique on MRCP examination using T2 HASTE sequence coronal slab. Trigger technique produced better anatomic image information than breath-hold technique.

Keywords: MRCP, trigger technique, breath-hold technique, T2 HASTE sequence, coronal slab

PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Cholangio Pancreatography (MRCP) adalah pemeriksaan MRI yang digunakan untuk mengevaluasi duktus billiaris, pankreas dan kandung empedu dengan salurannya karena kemungkinan adanya batu, tumor dan penyakit lainnya. MRCP merupakan pemeriksaan dengan gambaran multiplanar yang diperoleh dengan mensejajarkan biliary tree menggunakan *Magnetic Resonance* sekuens yang sensitif untuk menampakkan aliran tanpa menggunakan kontras *agent*. Aliran dalam duktus akan tampak terang dan sebaliknya jaringan lunak terlihat menjadi gelap (Mandarano, 2008).

Pemeriksaan dengan MRI pada organ-organ yang bergerak akan sangat sulit untuk dilakukan, karena akan menyebabkan keaburan pada citra yang dihasilkan. Pemeriksaan MRI disekitar organ yang bergerak akan menimbulkan artefak yang mengganggu citra. *Magnetic Resonance Cholangio Pancreatography* merupakan salah satu pemeriksaan MRI pada organ yang bergerak, oleh karena itu

diperlukan suatu teknik yang tepat untuk dapat menghindari atau meminimalisir keaburan citra akibat pergerakan dari organ (Blake, 2010).

Pemeriksaan *MRCP* terdapat dua teknik dalam proses akuisisi citra, yaitu akuisisi citra dengan teknik *breath hold* dan teknik *trigger*. Akuisisi citra pada teknik *breath hold*, berlangsung pada saat pasien menahan nafas. Tahan nafas ini bertujuan untuk menghindari adanya pergerakan dari organ abdomen sehingga mengakibatkan keaburan citra. Teknik *breath hold* digunakan pada pasien yang kooperatif dan dapat menahan nafas saat pemeriksaan. Teknik *breath hold* dibagi menjadi dua bagian, yaitu *single breath hold* dan *multi breath hold*. Pada teknik *single breath hold*, untuk mendapatkan citra anatomi daerah yang dituju dilakukan dalam waktu satu kali akuisisi. Teknik ini dilakukan apabila pasien dapat menahan nafas dalam waktu yang cukup lama sekitar 20 detik. Proses akuisisi pada teknik *multi breath hold* untuk mendapatkan keseluruhan anatomi dilakukan dalam beberapa kali *scanning*.

Tingkat kooperatif atau kerjasama antara petugas dengan pasien pada teknik *breath hold* sangat berpengaruh terhadap hasil citra yang dihasilkan untuk menghindari image blur.

Proses akuisisi teknik *trigger* berlangsung dengan menggunakan suatu alat *respiratory gating* yang diletakan pada diafragma pasien yang berfungsi untuk mendeteksi pernafasan pasien. Teknik *trigger* digunakan pada pasien yang tidak kooperatif dan pasien pediatrik, dimana pada kondisi ini pasien tidak dapat menahan nafas dengan baik. Akuisisi data pada teknik *trigger* berlangsung pada peralihan antara fase inspirasi dan ekspirasi, dimana saat fase peralihan inspirasi dan ekspirasi terdapat jeda waktu beberapa detik, pada fase itulah proses akuisisi berlangsung (Siemens, 2011).

Menurut Ehman (2004) pada teknik *trigger* terdapat dua macam mode, yaitu :

Yang pertama, *Mode triggered (non-spin-AC), sequence spin echo* yang berjalan pada *time repetition* (TR) yang dihidupkan dan dimatikan pada waktu yang tepat dalam siklus pernafasan yang terkontrol dalam sinyal dibox kontrol gattung. Dalam mode non spin AC, jaringan lunak menjadi objek pada waktu relaksasi ketika radiofrekuensi dimatikan oleh sistem gattung dapat menangkap gerak dari pernafasan.

Yang kedua, *Mode triggered spin-conditioned*, mode ini memerlukan *hardware* dan *software (spin-conditioned)* modus yang diperlukan lebih *hardware* yang menggantikan *mode gattung non-AC*. Dalam mode *spin-conditioned, sequence spin echo* berjalan terus menerus pada *time repetition* yang sedang berjalan. Mode tersebut memungkinkan sinyal dari sistem gattung yang digunakan untuk menentukan sekuen dari pernafasan pasien dan ditangkap oleh sistem dan disimpan dalam komputer untuk rekontruksi gambar. Dengan demikian, jaringan tidak diperbolehkan untuk waktu relaxation dalam periode yang lama karena data tidak dapat terekam. Sehingga metode *spin-conditioned* memerlukan ekspirasi dan inspirasi pasien yang stabil.

Pulse sequence yang digunakan pada MRCP yaitu *Three Plane Localiser, Axial 2D Fiesta (Fat Suppressed), Coronal 2D Fiesta (Fat Suppressed), Axial T2 Weighted Triggered, Coronal Oblique 3 Slab MRCP, Para Coronal Respiratory Triggered, Axial Thin Slice T2-Weighted dan Dynamic Coronal MRCP* (Mandarano, 2008).

Teknik pemeriksaan MRCP pada *sequence T2 Thick Slice Haste (breath hold)* dan *T2 Thick Slice Haste Trigger* didapatkan hasil citra yang tidak jauh berbeda meskipun teknik pengambilan gambar yang berbeda. *Sequence Half Fourier Acquisition Single Shot TSE (HASTE)* juga sering dikenal dengan istilah *Fast Advance Spine Sequence*. Pada sekuen HASTE dapat digunakan sekuen *Fast Spin Echo (FSE/TSE)*. Hanya saja pada sekuen Haste ini menggunakan *Echo Train Length (ETL)*. Pada keadaan ini akan menghasilkan waktu scanning yang sangat cepat. Haste menggunakan *Half Fourier Imaging (HFI)* untuk proses akuisisi. Kombinasi dari ETL dan HFI akan mempengaruhi waktu scanning (Blink, 2004).

Half Fourier Acquisition Single Shot TSE didasarkan pada pengisian k-space yang tidak lengkap yaitu setengah pengisian dari k-space terpenuhi pada satu eksitasi pulsa RF

sedangkan untuk data sisanya dapat dialihkan disebut single-shot. Istilah *single shot* juga berarti rangkaian pulsa RF 180⁰ yang mengikuti pulsa 90⁰ dan tidak terjadi lagi pengulangan pulsa 90⁰ (Weisthaupt, 2006).

Sekuen HASTE hanya dapat digunakan pada pembobotan T2 dikarenakan memiliki desain *single shot*. Jika nilai ETL-nya diperkecil maka akan menghasilkan citra pembobotan T1, akan tetapi citra ini tidak dapat dikatakan citra single-shot.

Teknik pemeriksaan MRCP pada *sequence T2 Thick Slice Haste (breath hold)* dan *T2 Thick Slice Haste Trigger* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Royal Taruma Jakarta dilakukan secara *continue* dan dokter radiologi di rumah sakit tersebut selalu membandingkan hasil citra dari kedua teknik tersebut pada potongan coronal slab. Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah dr. Saiful Anwar Malang dan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Ken Saras Semarang juga menggunakan kedua teknik tersebut secara *continue*. Akan tetapi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hasan Sadikin Bandung, Instalasi Radiologi Rumah Sakit Panti Rapih Yogyakarta dan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Moewardi Surakarta pada pemeriksaan MRCP hanya dilakukan dengan menggunakan salah satu teknik *breath hold* atau *trigger* saja.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan informasi citra anatomi dan menentukan teknik terbaik dalam menghasilkan informasi citra anatomi antara teknik *Breath Hold* dan *Trigger* pada pemeriksaan Magnetic Resonance Cholangio Pancreatography menggunakan *sequence T2 HASTE*.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan observasional. Variabel bebas dalam penelitian ini teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan MRCP, sedangkan variabel terikat adalah informasi citra anatomi menggunakan *sequence T2 HASTE*, sebagai variabel terkontrol adalah *Time Repetition, Time Echo, Field of View, NEX* dan *slice thickness*. Penelitian dilakukan pada bulan April sampai Mei 2016 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Royal Taruma Jakarta. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien pemeriksaan MRCP di Instalasi Radiologi RS Royal Taruma Jakarta dengan sample penelitian pasien pemeriksaan MRCP berbagai klinis sejumlah 10 pasien.

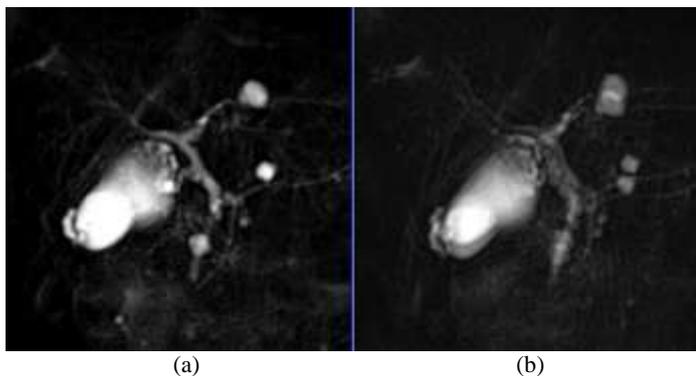
Penelitian dilakukan dengan melakukan *scanning* pemeriksaan MRCP menggunakan *sequence T2 HASTE*. Setiap pasien dilakukan dua kali *scanning* yaitu dengan menggunakan teknik *breath hold* dan teknik *trigger*. Citra MRCP hasil dari masing-masing teknik *scanning* dilakukan penilaian yang menampakan kandung empedu dan duktus-duktusnya. Penilaian informasi citra anatomi dilakukan oleh dokter spesialis radiologi yang berpengalaman membaca citra MRI minimal 2 tahun meliputi duktus sistikus, duktus intra hepatikus, duktus hepatikus komunis, *common bile duct*, duktus pancreatikus dan *gall blader* dengan skala data ordinal berupa kejelasan Informasi Citra anatomi dengan nilai 1 untuk informasi citra tidak baik, 2 untuk hasil citra cukup baik dan 3

untuk hasil citra baik. Sebagai control penilai dilakukan oleh radiolog yang lain dengan kualifikasi yang sama.

Analisis data dilakukan dengan uji Wilcoxon dengan tingkat signifikansi 95%.

HASIL

Sejumlah 10 pasien terlibat dalam penelitian ini dengan karakteristik 7 pasien laki-laki dan 3 pasien perempuan, umur 26-30 tahun sejumlah 2 pasien, 31-35 tahun sejumlah 4 pasien, 36-40 tahun sejumlah 1 pasien, 41-45 pasien sejumlah 1 pasien dan 46-50 tahun sejumlah 2 pasien. Contoh hasil citra pemeriksaan MRCP teknik *breath hold* dan *trigger* menggunakan sequence T2 HASTE coronal slab ditunjukkan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Citra MRCP Sequence T2 HASTE (a) Teknik *Trigger* (b) Teknik *Breath Hold*

Hasil uji keselarasan (Kappa) antara dua penilai ditunjukkan seperti tabel 1.

Teknik	Koefisien Kappa
Breath Hold	0,800
Trigger	0,737

Hasil uji Kappa menunjukkan terdapat keselarasan penilaian antara kedua responden dengan nilai koefisien Kappa teknik *breath hold* sebesar 0,800 dan *trigger* 0,737.

Uji beda informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan MRCP ditunjukkan seperti tabel 2.

Teknik	Mean Rank	p-value
Breath Hold	0,00	0,011
Trigger	4,00	

Uji beda menunjukkan terdapat perbedaan informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan MRCP menggunakan sequence T2 HASTE Coronal slab dengan nilai p-value 0,011.

Teknik *Trigger* menghasilkan informasi citra anatomi yang lebih baik dibandingkan teknik *breath hold* dengan mean rank 4,00.

Perbedaan informasi citra anatomi setiap bagian anatomi sistem billier antara teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan MRCP ditunjukkan seperti tabel 3.

Citra Anatomi	p-value
Duktus Sistikus	0,023
Duktus Intra Hepatikus	0,034
Duktus Hepatikus Komunis	0,035
Common Bile Duct	0,025
Duktus Pankreatikus	0,180
Gall Bladder	0,025

Uji beda menunjukkan terdapat perbedaan informasi citra anatomi pada duktus sistikus (p-value 0,023), duktus intra hepaticus (p-value 0,034), duktus hepaticus komunis (p-value 0,035), common bile duct (p-value 0,025) dan gall bladder (0,025). Tidak ada perbedaan informasi citra anatomi duktus pankreatikus antara teknik *breath hold* dan *trigger* (p-value 0,180)

Untuk menentukan teknik terbaik dalam menghasilkan informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger* dilihat dari nilai mean rank yang ditunjukkan seperti tabel 4.

Citra Anatomi	Teknik Pemeriksaan	Mean Rank
Duktus Sistikus	Breath Hold	0,00
	Trigger	3,50
Duktus Intra Hepatikus	Breath Hold	0,00
	Trigger	3,00
Duktus Hepatikus Komunis	Breath Hold	4,00
	Trigger	4,57
Common Bile Duct	Breath Hold	0,00
	Trigger	3,50
Duktus Pankreatikus	Breath Hold	0,00
	Trigger	1,50
Gall Bladder	Breath Hold	0,00
	Trigger	3,00

Hasil uji menunjukkan teknik *trigger* mampu menghasilkan informasi citra yang lebih baik untuk duktus sistikus, duktus intra hepaticus, duktus hepaticus komunis, *common bile duct* dan *gall bladder*. Teknik *breath hold* dapat

dijadikan alternatif untuk memperlihatkan duktus pankreatikus karena tidak ada perbedaan informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger*.

DISKUSI

Magnetic Resonance Cholangio Pancreatography merupakan pemeriksaan MRI yang digunakan untuk mengevaluasi duktus billiaris, pankreas dan kandung empedu dengan salurannya karena kemungkinan adanya batu, tumor dan penyakit lainnya (Mandarano, 2008). Pemeriksaan *MRCP* merupakan pemeriksaan yang cukup sulit karena merupakan pemeriksaan pada organ yang bergerak. Untuk menghindari keaburan citra, pada pemeriksaan *MRCP* terdapat dua teknik pemeriksaan yaitu tahan nafas/*breath hold* dan *trigger*.

Hasil uji keselarasan (Kappa) menunjukkan bahwa hasil *agreement level* teknik *breath hold* sebesar 0,800, sedangkan teknik *trigger* sebesar 0,737. Menurut Lisnur (2009) suatu ukuran kesepakatan antara dua penilai dalam mengklasifikasikan beberapa subjek ke dalam satu dari dua kategori dikatakan mufakat (objektif) jika nilai Coheen Kappa dalam rentang terendah 0,61 (*substansial agreement*) sampai dengan 1,00 (*almost perfect agreement*). Berdasarkan hasil uji *Cross Tabulation* (Kappa) tersebut maka dapat diketahui bahwa ada kesesuaian penilaian antara dokter responden dan dokter pembanding terhadap informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan *MRCP*.

Hasil uji beda menunjukkan terdapat perbedaan informasi citra anatomi dengan nilai p-value sebesar 0,011 pada tingkat kepercayaan (*confident level*) 95%. Uji beda setiap bagian anatomi Duktus Sistikus, Duktus Intra Hepatikus, Duktus Hepatikus Komunis, *Common Bile Duct* (CBD), dan *Gall Bladder* menunjukkan terdapat perbedaan informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger*, tetapi pada duktus pancreaticus menunjukkan tidak ada perbedaan informasi citra anatomi. Tidak adanya perbedaan informasi citra anatomi duktus Pancreaticus disebabkan karena pada pemeriksaan *MRCP* dengan menggunakan *sequence T2 HASTE coronal slab*, dimana pada akuisisi arah irisan 20-30 derajat berpusat pada CBD, hanya sebagian (*head of pancreas*) yang terakuisisi sehingga citra dari duktus pancreaticus tergambar *hypointens* baik pada teknik *breath hold* maupun *trigger*.

Perbedaan informasi citra anatomi antara menggunakan teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan *MRCP* dengan menggunakan *sequence T2 HASTE coronal slab* dapat terjadi karena perbedaan periode pelaksanaan akuisisi data. Proses akuisisi data pada teknik *breath hold* dilakukan pada saat pasien melakukan tahan nafas, dimana pada saat pasien tahan nafas diharapkan tidak ada pergerakan dari organ abdomen karena pergerakan organ abdomen dapat menyebabkan keaburan pada citra. Pada teknik *breath hold* kepatuhan pasien terhadap instruksi yang diberikan oleh petugas juga berpengaruh terhadap hasil citra. Menurut Glockner (2013), pada teknik *breath hold* kerja sama atau tingkat kooperatif pasien sangat dibutuhkan untuk menghindari image blur pada citra.

Pemeriksaan *MRCP* dengan menggunakan teknik *breath hold* biasanya dilakukan pada pasien kooperatif dan akuisisi dilakukan pada sekuen dengan waktu proses akuisisi sesingkat mungkin sehingga pasien tidak perlu menahan nafas terlalu lama.

Proses akuisisi data pada teknik *trigger* dilakukan dengan pasien nafas teratur dan akuisisi berlangsung pada saat peralihan antara fase inspirasi dan ekspirasi, dimana pada fase peralihan tersebut terdapat jeda dan pada saat jeda itulah pengaplikasian pulsa gattung diterapkan. Menurut Ehman (2004), teknik *triggering sequence* yang diaplikasikan pada *Time Repetition (TR)* yang di "on" dan di "off" kan pada waktu yang tepat dalam siklus pernafasan yang terkontrol dalam monitor kontrol sinyal gattung (*gema navigator echo*). Pada teknik *trigger* memungkinkan sinyal dari sistem gattung yang digunakan untuk menentukan akuisisi dari pernafasan pasien kemudian ditangkap oleh sistem dan disimpan dalam komputer untuk proses rekonstruksi atau akuisisi gambar. Dalam proses akuisisi jaringan tidak diperbolehkan untuk beralokasi dalam periode yang lama sehingga pasien memerlukan inspirasi dan ekspirasi yang stabil.

Pemeriksaan *MRCP* dengan menggunakan teknik *trigger* biasanya dilakukan pada pasien tidak kooperatif dan pediatrik serta pada *sequence* dengan waktu proses akuisisi data yang cukup lama sehingga tidak memungkinkan pasien menahan nafas untuk menghindari pergerakan organ abdomen.

Hasil uji peringkat baik setiap bagian anatomi maupun secara keseluruhan menunjukkan hasil teknik *trigger* pada pemeriksaan *MRCP* dengan menggunakan *sequence T2 HASTE* mampu menghasilkan informasi citra anatomi yang lebih baik dibandingkan dengan teknik *breath hold*. Mean rank antara teknik *breath hold* dan *trigger* duktus Hepatikus Komunis menunjukkan hasil mean rank yang tidak jauh berbeda meskipun teknik *trigger* memiliki nilai mean rank yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena duktus Hepatikus komunis merupakan pertemuan dari percabangan duktus intra hepaticus dextra dan sinistra yang merupakan tunas ventral atau mesentrik ventral (*pars hepatica*) sehingga bagian kranial duktus hepaticus komunis lebih besar dengan diameter 0,4 cm sampai dengan 0,8 cm.

Teknik *trigger* menghasilkan informasi citra anatomi yang lebih baik dibandingkan dengan teknik *breath hold* disebabkan karena pada teknik *trigger* dengan pengaplikasian pulsa gattung maka pergerakan nafas dari pasien dapat dimonitor sehingga proses akuisisi data dapat dilakukan dengan tepat pada saat peralihan antara fase inspirasi dan ekspirasi. Hal ini diperkuat oleh Azevedo (2011), pada teknik *trigger* pergerakan atau fase respirasi dapat diketahui dengan *gema navigator*, sehingga pada teknik *trigger* dapat memungkinkan sinkronisasi akuisisi data dengan tepat ketika tidak ada pergerakan dari organ sehingga pada teknik *trigger* atau pengaplikasian pulsa gattung pada pemeriksaan *MRCP* dapat mengurangi motion artefact dari pergerakan abdomen.

Menurut Glockner (2013), pengaplikasian *Respiratory Gattung (triggering)* pada pemeriksaan *MRCP* dapat menghasilkan citra dengan spasial resolusi lebih baik dan dengan nilai TE yang panjang akan dapat menekan organ

disekitar dengan sangat baik sehingga sistem biller akan tervisualisasi dengan baik.

SIMPULAN

Terdapat perbedaan informasi citra anatomi antara teknik *breath hold* dan *trigger* pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Cholangio Pancreatography (MRCP)* menggunakan *sequence T2 Half Fourier Acquisition Single Shot TSE (HASTE)* coronal slab dengan nilai *p-value* 0,011 dengan tingkat kepercayaan 95%. Teknik *trigger* menghasilkan informasi citra anatomi yang lebih baik dibandingkan dengan teknik *breath hold*.

DAFTAR PUSTAKA

- Azevedo, Rafael M. 2011. *Free-breathing 3D T1-Weighted Gradient-Echo Sequence With Radial Data Sampling in Abdominal MRI: Preliminary Observations*. Chapel Hill: California University.
- Blake, A Michael, et all. 2010. *Adrenal Imaging*. St. Boston: Harvard Medical School.
- Blink, Evert J. 2004. *Basic MRI Physics For Anyone Who Does Not Have a Degree In Physics*. Germany.
- Ehman, Richard L. 2004. *Magnetic Resonance Imaging with Respiratory Gating. San Fransisco: Techniques and Advantages*. University of California School Medicine.
- Glockner, James F, 2014. *Breath-held MR Cholangiopancreatography (MRCP) Using a 2D Dixon Fat-Water Separated Balanced Steady Free Precession sequence*. USA: HHS Public Acces NCBI.
- Lisnur, Wachidah, 2009. *Keberartian Koefisien Raw Agreement Coheen Kappa*. Bandung.
- Mandarano, G. 2008. *The Diagnostic MRCP Examination: Overcoming Technical Challenges to Ensure Clinical Succes*. radiographics.rsna.org diakses tanggal 29 Februari 2016.
- Siemens. 2011. *Abdominal Imaging Aplication Brochure*. Germany : Magnetom Esensa.
- Siemens. 2011. *How to Learn MRI An Illustrated Workbook, Exercise 7: MRCP*. Germany: Magnetom Esensa.