

OPTIMALIZATION IMAGE OF TURBO SPIN ECHO (TSE) WITH PRE SATURATION AND GRADIENT MOMENT NULLING (GMN) TO REDUCE FLOW ARTIFACT ON MRI CERVICAL

Kiki Rohmatul Ula

ABSTRACT

The research of Optimization Image of Turbo Spin Echo (TSE) with Pre saturation and Gradient Moment Nulling (GMN) to reduce flow artifact on MRI Cervical has been done. The purpose of this research is to know the effect of pre saturation and gradient moment nulling (GMN) on cervical MRI and determine optimal image to reduce flow artifact. This research used four treatment variations that were without pre saturation and without flow compensation (GMN), with pre saturation, with flow compensation (GMN), and with both pre saturation and flow compensation (GMN) on sequence T2-weighting TSE sagital on cervical MRI. The quantitative analysis done by using Region of Interest (ROI) on MRI image then analyzed signal to Noise Ratio (SNR) and Contrast to Noise Ratio (CNR). The best effect and image quality obtained by pre saturation and flow compensation (GMN) treatment with SNR value on tissue was 328,7 at vertebra cervical, 278,6 at spinal cord, 366,6 at discus, 596,3 at CSF. While CNR tissue value was 78,6 at vertebra cervical, 257,6 at spinal cord, 274,8 at discus, and 336,3 at CSF followed by the decrease of flow artifact in the amount of 160,4. Conclusion shows that the image with both pre saturation and flow compensation (GMN) treatment on T2 TSE sagital can reduce flow artifact signal on the spinal cord tissue.

Keywords : Pre saturation, *flow* compensation, gradient moment nulling (GMN), MRI Cervical.

Latar Belakang

Kemajuan ilmu teknologi saat ini berkembang sangat pesat terutama pada bidang kesehatan dan kedokteran. Pemanfaatan perkembangan teknologi yang digunakan dalam bidang kedokteran salah satunya pada bidang radiodiagnostik. Radiodiagnostik merupakan salah satu bidang pada radiologi yang bertujuan untuk mendiagnosis suatu kelainan atau penyakit dari dalam tubuh manusia dengan teknologi pencitraan. Pada pencitraan radiodiagnostik peralatan yang digunakan yaitu CT-Scan, MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), USG (*Ultrasonografi*), Angiografi, Mamografi dan Flurosopi.

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan alat pencitraan diagnostik yang menggunakan medan magnet dan radio frekuensi yang menghasilkan citra penampang potongan organ manusia (Soesanti dkk, 2011). Pada pencitraan terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk mendapatkan kualitas citra yang bagus seperti *Time*

Repetition (TR), *Time Echo* (TE), *Time Inversion* (TI), *Field of View* (FOV), *Flip Angle* (FA), *Slice Thikcness*, *Interslice Gap* dan masih banyak lagi parameter yang digunakan untuk menunjang pemrosesan citra MRI (Rochmayanti dkk, 2013). Selain parameter, terdapat juga beberapa faktor hasil pencitraan dikatakan berkualitas dalam hal arti citra yang dihasilkan tampak jelas dan tidak ada gangguan. Salah satu faktor tersebut adalah tidak terdapatnya artefak pada gambar.

Turbo Spin Echo (TSE) disebut juga dengan *Fast Spin Echo* (FSE) merupakan *pulse sequence* menggunakan pulsa sudut 90° yang diikuti dengan rangkaian pengalihan (*rephasing*) pulsa 180° untuk menghasilkan beberapa *Spin Echo* dalam setiap *Time Repetation* (TR). Pada pulsa *Radio frequency* (RF) 180° menggunakan *sequence* TSE pada T2-*Weighted* pengambaran intensitas sinyal lemak lebih tinggi dibandingkan dengan *sequence Spin Echo* (SE) (Westbrook, 2014). Kelemahan T2 TSE adalah saat

nilai *echo train* (ETL) besar akan terjadi gangguan artefak disebabkan berpengaruh pada nilai *signal to noise ratio* (SNR) dan nilai *contras to noise ratio* (CNR) (Simanjuntak dkk, 2014). Pada nilai SNR yang berkurang maka artefak akan muncul pada citra. Pada penanganan artefak dengan pembobotan T2- *Weighed* arah bagian atas-bawah (*Superior-Interior*) pada potongan sagital dapat mengurangi aliran CSF pada daerah leher (Westbrook, 2014).

Artefak merupakan salah satu hambatan dalam mendapatkan kualitas citra yang baik yang timbul karena adanya pergerakan dari pasien saat pemeriksaan, kesalahan dari radiografer saat menentukan pilihan *sequence* atau protokol dalam pemeriksaan dan aliran dari dalam tubuh. Salah satu jenis artefak yang muncul yang disebabkan adanya pergerakan aliran dalam tubuh yaitu *flow artifact*. *Flow artifact* dalam pemeriksaan MRI sering muncul dalam proses pengambilan gambar daerah tulang belakang, salah satunya pada daerah *cervical* (leher). Pada daerah *cervical*

flow compensation. *Spatial pre saturasi* dalam penerapannya sinyal RF yang dapat digunakan untuk mengimbangi sinyal yang tidak diinginkan dengan sinyal lain (Deviyanti dkk, 2011). *Flow compensatin* atau GMN merupakan salah satu teknik menekan pergerakan artefak khususnya *flow artifact* dengan menambahkan pulsa gradien (Jahng dan Pickup, 2000). *Cervical* atau leher merupakan bagian tulang belakang paling pendek diantara lain yang terdiri dari 7 ruas. Indikasi umum yang mungkin terjadi pada daerah leher antara lain *Cervical Myelopathy*, *Cervical Radiculopathy*,

Cervical cord compression or trauma. Pemeriksaan daerah *cervical* protokol yang biasa digunakan terutama pada potongan sagital yaitu *T1 Weighted Turbo Spin Echo*, *T2 Weighted Turbo Spin Echo* (Westbrook, 2014).

Pada pemeriksaan radiodiagnostik di Rumah Sakit pada umumnya penggunaan *pre saturasi* dan *flow compensation* (GMN) terkadang tidak digunakan yang mengakibatkan sering muncul artefak pada gambar. Penggunaan *pre saturasi* dan *flow compensation* (GMN) sangat dibutuhkan untuk mengetahui kualitas hasil citra yang bebas dari artefak pada pemeriksaan. Menurut Deviyanti dkk (2012), menyebutkan pada penelitiannya bahwa hasil pengujian T1 SE dengan *pre saturasi* dan T1 SE tanpa *pre saturasi* pada MRI Lumbal didapat nilai signifikan munculnya artefak pada penempatan dengan *pre saturasi* pada potongan sagital bagian *Anterior* 3,40, *Anteroinferior* 0,020. Namun pada penelitian ini hanya pada daerah *Lumbal* saja, untuk daerah MRI *Cervical* tidak

disebutkan besar signifikannya nilai muncul artefak, sementara pada pemeriksaan MRI *Cervical* lebih banyak kemungkinan karena pergerakan cairan, baik cairan CSF maupun cairan saat menelan ludah. Sedangkan pergerakan aliran CSF pada daerah *Cervical* lebih cepat dibandingkan pada daerah *Lumbal* yang aliran CSF lebih lambat. Serta penelitian tersebut belum terpusat pada jenis artefak yang akan dihilangkan atau dikurangi. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan pengoptimasian pada *sequence T2 Turbo Spin Echo* (TSE) terhadap *flow artifact* yang muncul pada pencitraan daerah *cervical* dengan *pre saturasi* dan *flow compensation* (GMN), dengan *pre saturasi*, dengan *flow compensation* (GMN) serta tanpa *pre saturasi* dan tanpa *flow compensation* (GMN). Dengan melihat seberapa besar nilai yang akan berpengaruh pada nilai SNR dan CNR maka akan diperoleh optimasi T2 dalam mengurangi *flow artifact* tanpa *pre saturasi* dan tanpa *flow compensation* (GMN), dengan *pre*

saturasi, dengan *flow compensation spinal cord*. Namun setelah dilakukan (GMN) serta dengan *pre saturasi* dan pemberian masing-masing perlakuan dengan *flow compensation* (GMN).

Pengaruh Pemberian Perlakuan dengan Artefak

Hasil analisis uji sampel T (*Paired Sampel T Test*) menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan yang diberikan pada pemeriksaan MRI *Cervical* yang terdapat aliran artefak pada daerah *spinal cord* terdapat perbedaan. Perbedaan ini ditunjukkan dengan nilai $\alpha < 0,05$ yang berarti pada uji tersebut terdapat perbedaan pada perlakuan terhadap *flow artifact*. Hal yang sama ditunjukkan pada gambar maupun grafik, yang mana pada perlakuan sebelum pemberian *pre saturasi* dan GMN dan setelah pemberian masing-masing perlakuan maupun kedua-duanya nilai pada grafik mengalami penurunan. Citra yang dihasilkan pada Gambar 4.4 menunjukkan pada perlakuan sebelum pemberian *pre saturasi* dan GMN, sepanjang daerah *spinal cord* nampak bercak-bercak putih yang disebabkan oleh sinyal CSF yang menumpuk pada daerah

Namun setelah dilakukan pemberian masing-masing perlakuan bercak-bercak putih tersebut mengalami penurunan intensitasnya.

Penelitian difokuskan pada jaringan *spinal cord* dan CSF untuk melihat nilai *flow artifact* yang terdapat di daerah *spinal cord*. Penelitian difokuskan pada jaringan *spinal cord* dan CSF untuk melihat nilai *flow artifact* yang terdapat di daerah *spinal cord*. Citra yang diberi *sequence T2 TSE* sebelum diberi perlakuan dengan *pre saturasi* dan GMN nilai artefak pada jaringan *spinal cord* besar, hal ini diakibatkan karena terdapat pengaruh dari sinyal aliran CSF yang berasal dari otak turun dengan sangat cepat sehingga sinyal tersebut dapat menimbulkan bercak sinyal putih pada daerah *spinal cord*. Penerapan *pre saturasi* pada saat sebelum terjadinya eksitasi atau terjadinya magnetisasi proton pada bidang sumbu z (M_z). *Pre saturasi* dalam penerapannya menggunakan pulsa radio frekuensi sebesar 90° . Penerapan pulsa RF 90° ini diberikan saat sebelum penerapan

pulsa sinyal pada magnetisasi M_z sehingga Perlakuan selanjutnya dengan sinyal dari jaringan lain seperti sinyal menggunakan *gradient moment nulling* akibat pergerakan CSF dikompensasi atau (GMN) dalam mengurangi *flow artifact* diimbangkan ke keadaan jenuh. Namun di daerah *spinal cord*. GMN diterapkan penggunaan *pre saturasi* ini pada layar dengan menggunakan pulsa gradien dalam komputer diletakkan diantara dekat mengkompensasi sinyal aliran. Tujuan jaringan yang terdapat artefak. Tujuannya kompensasi dengan pulsa gradien ini untuk untuk mengkompensasi sinyal pada sekitar mengembalikan fase sinyal artefak jaringan yang terkena artefak tersebut sehingga sama dengan fase sinyal di menjadi jenuh. Sehingga sinyal yang sekitarnya. Fase sinyal bercak putih yang dihasilkan pada saat magnetisasi M_z terdapat pada *spinal cord* akan dihasilkan menghasilkan sinyal yang sama dengan fase yang sama dengan fase awal yaitu nol. sinyal jaringan *spinal cord* tanpa adanya Pemberian pulsa gradien saat terjadinya tumpukkan sinyal CSF. Gambar 4.4 presesi yaitu saat penambahan RF menunjukkan bercak-bercak putih pada dilakukan. Penambahan gradien yang daerah *spinal cord* mengalami pertama dengan bagian nilai gradien penurunan dan pada grafik Gambar 4.5 positif, setelah itu terjadi *refocusing* atau terjadi penurunan nilai artefaknya. pengulangan yang diikuti dengan Namun masih terdapat beberapa bercak pemberian gradien yang kedua dengan putih tetapi intensitasnya menurun. Hal menerapkan gradien dengan nilai negatif ini sesuai dengan teori yang ada bahwa ganda, lalu pengulangan pemberian pulsa penggunaan *pre saturasi* pada sebenarnya gradien diberikan kembali dengan nilai pada *sequence* T2 TSE dalam mengurangi positif. Pengulangan pemberian gradien *flow artifact* pada daerah CSF kurang ini dapat mengompensasi fase sinyal begitu maksimal (Westbrook, 2014). artefak aliran diubah ke nilai fase awal magnetisasi proton yaitu nol. Grafik

gambar 4.5 dengan perlakuan GMN nilai artefak mengalami penurunan kembali. Perbedaan penurunan jika dibandingkan dengan perlakuan *pre saturasi* lebih besar, hal ini dikarenakan pada penggunaan GMN sendiri baik dalam menaikkan kontras sinyal pada cairan sehingga penurunan nilai artefak juga dapat disebabkan karena nilai kontras yang tinggi.

Perlakuan terakhir menggunakan penggabungan dua perlakuan yaitu dengan *pre saturasi* dan dengan GMN. Seperti penjelasan mengenai *pre saturasi* diatas bahwa dengan pemberian pulsa RF 90° sebelum fase presesi terjadi, yang menimbulkan sinyal yang tidak seharusnya pada jaringan tersebut diimbangkan dengan pulsa RF 90° sampai fase sinyalnya sama. Namun terlihat dari grafik nilai penurunannya tidak terlalu signifikan atau masih sedikit timbul sinyal bercak putih. Penggunaan GMN digunakan setelah penggunaan *pre saturasi*, yang penerapannya setelah atau saat fase presesi dapat mengkompensasi lagi

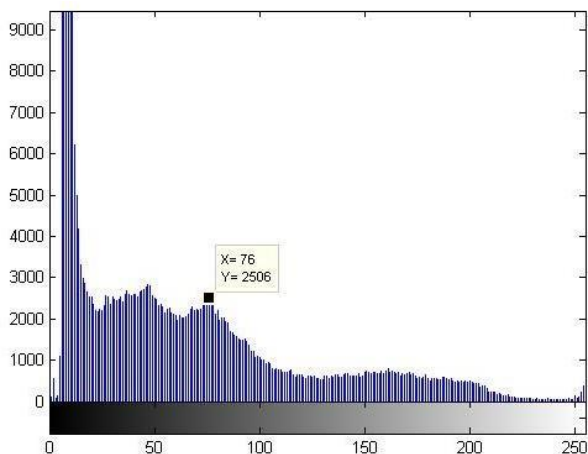
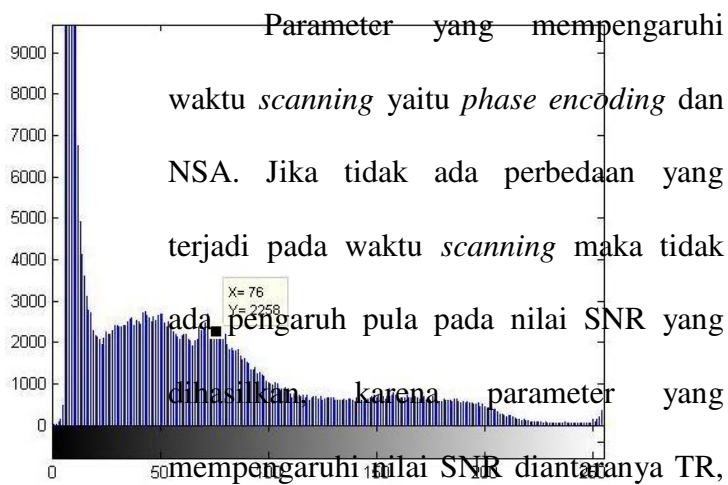
sinyal artefak dengan penambahan pulsa gradient secara berulang-ulang sampai fase sinyalnya sama dengan fase sinyal *spinal cord*. Sehingga didapatkan hasil nilai artefak pada Gambar 4.5 dengan kedua perlakuan ini memiliki nilai artefak yang rendah. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa dengan penggabungan *pre saturasi* dan dengan GMN dapat mengurangi nilai artefak CSF pada daerah *spinal cord*.

Pengaruh Pemberian Perlakuan dengan Scan time

Data pada tabel 4.5 diketahui bahwa nilai waktu *scanning* yang diperoleh pada setiap citra adalah sama sebesar 116 detik. Tidak ada perbedaan dalam waktu *scanning* yang diperoleh pada saat sebelum diterapkan presaturasi dan GMN serta sesudah diterapkan *pre saturasi* dan GMN, karena pada parameter yang mempengaruhi nilai dari waktu *scanning* merupakan nilainya ditetapkan saat pemeriksaan. Sehingga pada kedua penerapan perlakuan pada pasien tidak berpengaruh pada waktu pengambilan

citra. Selain itu waktu *scanning* yang didapat termasuk dalam waktu pendek, hal ini dikarenakan parameter TR yang diberikan bernilai kecil pada pembobotan T2 FSE. Jika nilai TR pendek maka waktu *scanning* yang diperoleh akan pendek pula.

masing pasien. Rentang nilai hitam ke-abu-an ini ditunjukkan pada gambar grafik berikut.



NSA tidak ada perubahan perlakuan. Sehingga dalam penelitian pada perlakuan tanpa pemberian *pre saturasi* dan GMN serta pemberian *pre saturasi* dan GMN pada citra tidak dipengaruhi terhadap waktu *scanning* serta nilai waktu optimal pada waktu *scanning*.

Intensitas
Grayscale

Gambar 4.7 Grafik histogram pada citra dengan perlakuan tanpa *pre saturasi* dan tanpa GMN.

Perbandingan hasil SNR dan CNR ROI dengan Uji Grayscale

Uji *grayscale* dengan menggunakan matlab yang ditunjukkan rentang nilai hitam keabu-abuannya pada setiap perlakuan pada masing-

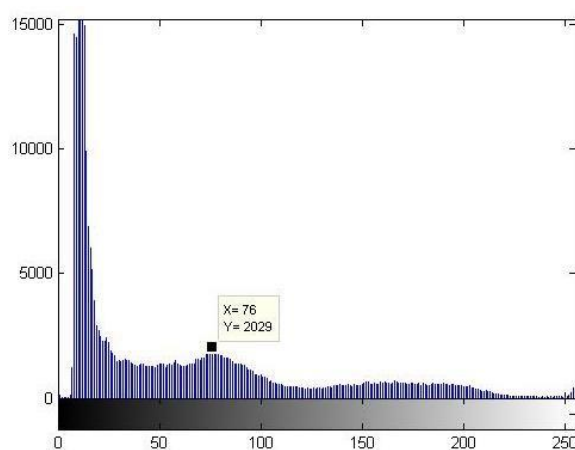
Intensitas Grayscale

Gambar 4.8 Grafik histogram pada citra dengan perlakuan dengan *pre saturasi*.

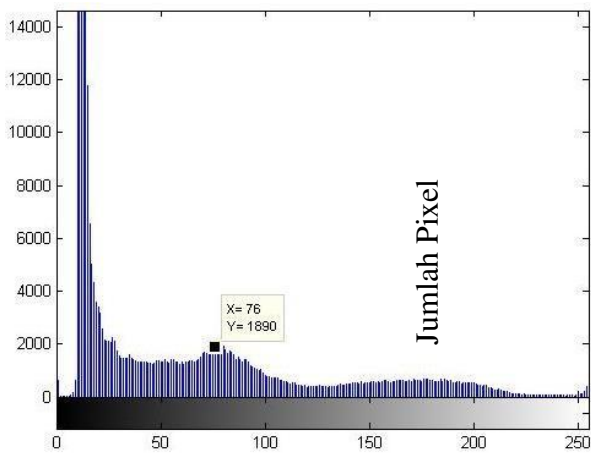
Jumlah Pixel

Intensitas *Grayscale*

Gambar 4.9 Grafik histogram pada citra dengan perlakuan dengan GMN.



distribusi derajat keabuan pada suatu citra. Daerah rentang nilai berwarna hitam menunjukkan bahwa pixel yang dihasilkan oleh citra didominasi berwarna hitam. Sehingga pada histogram menunjukkan intensitas yang tinggi sebelah kiri. Pada daerah rentang warna putih tinggi karena citra memiliki intensitas sinyal yang tinggi, sehingga pada histogram menunjukkan intensitas tinggi di sebelah kanan. Histogram pada masing-masing citra di atas menunjukkan distribusi derajat keabuan pada citra masing-masing perlakuan. Histogram di atas menunjukkan citra yang lebih dominan berwarna hitam yang ditunjukkan dengan distribusi intensitas pixel yang mengumpul pada rentang daerah berwarna hitam. Perlakuan tanpa *pre saturasi* dan tanpa GMN serta dengan GMN distribusi intensitas *grayscale* memiliki nilai pixel yang lebih besar dibandingkan dengan dua perlakuan yang lainnya yaitu perlakuan dengan *pre saturasi* dan perlakuan dengan *pre saturasi* dan dengan GMN.



Intensitas
Grayscale

Gambar 4.10 Grafik histogram pada citra dengan perlakuan dengan *pre saturasi* dan dengan GMN.

Gambar diatas menunjukkan bahwa sumbu x merupakan nilai intensitas *grayscale* atau level *grayscale* serta sumbu y menyatakan jumlah pixel. Pada grafik diatas, setiap perlakuan terjadi fluktuasi, namun penurunan yang terjadi pada setiap perlakuan hampir serupa pada intensitas warna hitam keabuan. Konsep pembentukan citra sebenarnya terdiri dari beberapa pixel yang memiliki elemen warna utama yang disebut dengan RGB (*Red, Blue, Grey*) yang masing- masing warna memiliki nilai pixel dari 0 sampai 255. Uji *grayscale* diperoleh dengan mengubah citra hanya memiliki dua warna yaitu hitam dan putih dari pixel 0 sampai 255 tersebut.

Penentuan Citra Optimal Pada Pemberian Perlakuan Terhadap *Flow Artifact*

Penentuan citra yang optimal dengan melihat perlakuan yang mampu mengurangi nilai *Flow artifact* secara optimal yang dihubungkan dengan nilai SNR dan CNR pada jaringan yang diperhatikan. Berdasarkan pembahasan diatas, menunjukkan terdapat korelasi antara SNR, CNR dan *Flow artifact* dimana pada saat SNR dan CNR tinggi maka jumlah *flow artifact* pada daerah *spinal cord* semakin berkurang pada pemberian perlakuan dengan *pre saturasi* dan dengan GMN. SNR rendah pada *sequence* T2 maka terdapat artefak yang ditimbulkan, pada grafik diatas pun menunjukkan bahwa nilai SNR rendah maka jumlah artefak yang timbul semakin besar, hal ini sesuai dengan teori yang ada. Penambahan *pre saturasi* dan GMN yang dapat menyeimbangkan sinyal gangguan berupa artefak menjadi sinyal yang se fase dengan sinyal pada jaringan *spinal cord* sehingga permasalahan pada T2 tersebut dapat diatasi dan diperoleh nilai SNR yang tinggi pada citra.

Nilai CNR yang berdasarkan pada grafik Gambar 4.6 tersebut semakin besar nilai CNR maka jumlah artefak yang ditimbulkan semakin rendah. Nilai SNR tinggi maka CNR jaringan juga tinggi. Hal ini sesuai teori bahwa pada SNR yang sebanding dengan nilai CNR jaringan. Pemberian GMN pada pengurangan *flow artifact* seperti CSF sangat mempengaruhi nilai CNR yang dihasilkan. Sehingga dapat diketahui citra yang optimal pada *sequence* T2 TSE pada daerah *cervical* untuk mengurangi jumlah *flow artifact* dapat menggunakan *pre saturasi* dan GMN dalam penambahan parameter pemeriksaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blink, E. J. 2009. *Mri : Physics*, Netherlands 0-75.
- Brown, M. A., Semelka, R. C. 2003. *Mri: Basic Principles And Applications, Third Edition*. John Wiley And Sons, Inc : New Jersey.
- Dance, D. R., Maidment, A. D., Christofides, S., McLean, I. D., Ng, K. 2014.
- Diagnostic Radiology Physics A Handbook for Teachers and Students*. International Atomic Energy Agency (IAEA): Vienna.

- Deviyanti, M. E., Sugiyanto, Indrati, R. 2011. *Studi Perbandingan Artefak Antara Mri Lumbal T1 Spin Echo Dengan Pre Saturasi Dan T1 Spin Echo Tanpa Pre Saturasi*. E-Journal Politeknik Kesehatan Semarang: Semarang.
- Felmlee, Joel. P., Ehman, R.L., 1986. *Spatial Presaturation: A Method for Suppressing Flow Artifact and Improving Depiction of Vascular Anatomy in MR Imaging*. Departement of Radiology: Rochester.
- Gray, Henry. 1960. *Anatomy of the Human Body*. Columbia.
- Gaa, J., Rummeny, E. J., & Seemann, M. D. 2004. *Whole-Body Imaging With Pet/Mri*. European Journal Of Medical Research: Germany.
- Hinks, R. Scott., Constable, R. Todd. 1994. *Gradient Moment Nulling in Fast Spin Echo*. Williams & Wilkins : Canada.
- Jahng, Geon-Ho., Pickup, Stephen. 2000. *Gradient Optimized Gradient-Echo Gradient Moment Nulling Sequences for Flow Compensation of Brain Images*. Departement of Diagnostic Imaging and Therapeutics BSAC
- Kraugusteeliana, Napitupulu, P. 2009. *Penerapan Citra Medik Pada Visualisasi Pencitraan Diagnostik Tumor Otak Secara Sagittal Menggunakan Magnetic Resonance Imaging (MRI)*. Politeknik Negeri Semarang : Semarang.
- Muzammil, Akhmad. 2015. *MRI, Second Edition*. Surabaya.
- Rochmayanti, D., Widodo, T. S., Soesanti, I. 2013. *Analisis Perubahan Parameter Number Of Signals Averaged (NSA) Terhadap Peningkatan SNR Dan Waktu Pencitraan Pada MRI*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta.
- Siemens, 2012. *Global Siemens Healthcare :Magnetom Essenza*. Copyrighth © Siemens AG.
- Simanjuntak, J. N., Nur, M., Hidayanto, E. 2014. *Studi Analisis Echo Train Length dalam K- Space Serta Pengaruhnya Terhadap Kualitas Citra Pembobotan T2 FSE*. Berkala Fisika Universitas Gajah Mada : Yogyakarta.
- Soesanti, I., Susanto, A., Sri, T., Maesadji, W. 2011. *Ekstraksi Ciri dan Identifikasi Citra Otak MRI Berbasis Eigenbrain Image*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta.
- Soetikno, Ristianah, D. 20. *Imejing Molekuler Menggunakan MRI: Cara Baru untuk Diagnosis Tumor Otak Glikoma*. Departemen Radiologi FK UNPAD: Bandung.
- Somasundaram, K., Kalavathi, P. 2012. *Analysis of Imaging Artifacts in MR Brain Images*. Oriental Journal Of Computer Science & Technology : India.
- Westbrook, Catherine., Kaut, Carolyn. 1998. *MRI in Practice, Second Edition*. Blackwell Science Ltd: London.
- Westbrook, Catherine. 2014. *Handbook of MRI Technique Fourth Edition*. John Wiley & Sons

