

Brain Mr Imaging With A T1-Weighted Image Fluid Attenuated Inversion Recovery Sequence : Comparison Study With T1-Weighted Image Spin Echo Sequence

Informasi Citra dengan Pembobotan T1-SE Dan Pembobotan T1-FLAIR pada Pemeriksaan MRI Otak

Fatimah¹⁾
Rini Indrati²⁾
Adjie Suroso³⁾

¹⁾ Radiografer Rumah Sakit Dr Kariadi Semarang
Jl. Dr. Soetomo, Semarang

^{2) 3)} Dosen Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Semarang
Jl. Tirto Agung Pedalangan Banyumanik Semarang
Email: fatimah_yunaeza@yahoo.com

Abstract

The purpose of this research to find out the differences between T1-Weighted Image Fluid Attenuated Inversion Recovery (T1WI FLAIR) and T1-Weighted Image Spin Echo (T1WI SE) sequences, use with MRI Superconducting Modality 0,5 Tesla and to determine its superiority between those sequences, at low field strengths. This is experimental research. Twenty four patients with brain lesions underwent T1-Weighted Image Spin Echo and T1-Weighted FLAIR imaging during the same imaging session. T1-Weighted Spin Echo and T1-Weighted FLAIR Images were compared on the basis their SNR and CNR. Data were analysed statistically using t-test and Mann-Whitney test. Contrast to Noise Ratio (CNRs) obtained with T1-Weighted Image FLAIR were comparable but statistically superior to those obtained with T1-Weighted Spin Echo imaging whether on the CNR lesion- white matter with p value 0,043 or lesion-gray matter with p value 0,015.

Key Words: T1WI FLAIR, T1WI SE, Brain, Inversion Recovery, MRI

1. Pendahuluan

Pemeriksaan MRI Otak sebagai "gold standard" digunakan dengan sekuens T1-Weighted Image Spin Echo (T1WI SE). Keuntungan penggunaan T1WI SE akan menghasilkan informasi citra dengan Signal to Noise Ratio (SNR) yang bagus dengan waktu *scanning* yang cukup rasional (Westbrook dan Kaut, 1999). Sekuens T1WI SE sangat banyak diaplikasikan sebagai sekuens standard untuk menilai anatomi otak baik pre kontras maupun post kontras. Namun penggunaan T1WI SE ini dirasa belum maksimal dalam menampakkan kontras antara *gray matter* dengan *white matter* sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan dalam mendeteksi kelainan khususnya yang berkaitan dengan kedua bagian tersebut.

Pemeriksaan MRI Otak pada umumnya digunakan sekuens T1WI SE.

Dengan adanya beberapa studi sekuens T1WI FLAIR, apakah sekuens tersebut dapat diaplikasikan pada pemeriksaan MRI Otak dengan pesawat MRI berkekuatan magnet rendah dan apakah dapat digunakan sebagai sekuens alternatif selain sekuens T1WI SE yang sering digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lebih jauh apakah ada perbedaan informasi citra pada pemeriksaan MRI Otak dengan sekuens T1WI FLAIR dan T1WI SE. Penelitian juga untuk mengetahui perbedaan informasi citra antara sekuens T1-Weighted Image Fluid Attenuated Inversion Recovery dan T1-Weighted Image Spin Echo serta mengetahui manakah yang lebih baik dalam memberikan informasi citra diantara kedua sekuens tersebut pada pemeriksaan MRI Otak.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Dilakukan pembuatan citra MRI Otak sekuens T1WI FLAIR dan T1WI SE pada pasien sejumlah 24 orang, dengan irisan axial, posisi pasien *supine*, *head first* dan *isocenter* di daerah *glabella* dengan melakukan pengontrolan pada faktor lain yang berpengaruh pada informasi citra. Dipilih satu citra yang dapat menampilkan daerah *white matter*, *gray matter*, CSF, lesi atau kelainan patologis yang ada.

Parameter yang digunakan pada sekuens T1WI FLAIR adalah TR 2000 ms, TE 18 ms, TI 750, Turbo factor (ETL) 8 dan NEX 2, matrix 256 x 201, FOV 26x18 dan waktu *scanning* 4 menit 28 detik. Sedangkan parameter yang digunakan pada sekuens T1WI SE adalah TR 510 ms, TE 15 ms, NEX 3, matrix 256 x 201, FOV 26 x 18 dan waktu *scanning* 5 menit 7 detik.

Pengukuran SNR dengan cara membuat *Region of Interest* (ROI) pada daerah *white matter*, *gray matter*, CSF, lesi dan *noise* yang berada di luar area kepala. Sedangkan CNR diperoleh dengan menghitung selisih SNR antara daerah *white matter-gray matter*, *white matter-CSF*, *gray matter-CSF*, lesi-*white matter*, lesi-*gray matter* dan lesi-CSF.

Penilaian citra secara kualitatif melalui kuesioner yang diberikan Ahli Radiologi yang berisi pertanyaan tentang kejelasan (*conspicuity*) lesi dibandingkan dengan jaringan sekitarnya, ada tidaknya gambaran artefak dan menilai kontras citra secara umum.

Analisis data menggunakan uji t (t-test) dan uji Mann-Whitney dengan tingkat kemaknaan 95 %, $\alpha = 0,05$. Penghitungan hasil jawaban mengenai kejelasan (*conspicuity*) lesi, ada tidaknya artefak dan kontras citra secara umum, dianalisis dengan uji Mann-Whitney serta dilakukan tabulasi silang (*crosstabulation*).

3. Hasil Dan Pembahasan

Perbedaan SNR dan CNR antara sekuens T1WI FLAIR dan T1WI SE

SNR pada sekuens T1WI SE lebih tinggi dari pada SNR sekuens T1WI FLAIR.

Ada perbedaan bermakna pada daerah *white matter* ($p < 0,001$), *gray matter* ($p = 0,012$) dan lesi ($p < 0,05$). Pada CSF perbedaannya tidak bermakna ($p = 0,095$). Perbedaan SNR antara sekuens T1WI SE dan sekuens T1WI FLAIR dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata SNR sekuens T1WI SE dan sekuens T1WI FLAIR

SNR	T1WISE	T1WI FLAIR	p value
WM	24,90 ± 5,37	19,01 ± 2,89	< 0,001
GM	19,16 ± 8,00	14,32 ± 3,97	0,012
CSF	7,38 ± 5,27	3,62 ± 1,60	0,095
LESI	20,61 ± 6,57	11,97 ± 5,69	< 0,001

WM = *White matter*, GM = *Gray Matter*,
CSF = *Cerebrospinal Fluid*,
SNR = *Signal to Noise Ratio*.

Hasil ini sesuai dengan Hashemi and Bradley (1997), yang menyebutkan bahwa walaupun dengan *Inversion Recovery* menghasilkan pembobotan T1WI kontras tinggi (*heavy T1WI*), namun sekuens *Inversion Recovery* memiliki SNR yang lebih rendah dibandingkan sekuens T1WI SE. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa hal antara lain pada saat diberikan aplikasi pulsa RF 90° derajat, tidak hanya *white matter* dan *gray matter* saja yang akan mengalami magnetisasi transversal. tetapi semua bagian otak juga mengalami hal yang sama. Dengan proses tersebut, maka sekuens T1WI FLAIR pada semua bagian otak akan menghasilkan sinyal yang akan turut mempengaruhi SNR pada bagian yang dikehendaki yaitu *white matter* dan *gray matter* dengan menghasilkan SNR yang lebih rendah dibandingkan sekuens T1WI SE. Untuk mengatasinya digunakan teknik rekonstruksi *magnitude* (*magnitude reconstruction*) yang memungkinkan bagian yang tidak dikehendaki tidak akan mengganggu SNR yang dihasilkan seperti yang dilakukan pada peneliti sebelumnya (Cheng dkk, 2005). tetapi fasilitas *magnitude reconstruction* ini tidak terdapat pada pesawat MRI yang ada. Walaupun citra dalam T1WI FLAIR

Sekuens T1WI FLAIR mempunyai nilai CNR lebih tinggi dibandingkan sekuens T1WI SE, khususnya nilai rata-rata CNR pada lesi-*white matter* dan lesi-*gray*

matter dengan perbedaan yang bermakna p value 0,043 dan 0,015. Nilai rata-rata CNR di bagian lainnya lebih tinggi pada sekuens T1WI SE dibandingkan dengan nilai rata-rata CNR pada sekuens T1WI FLAIR. Secara terinci hasil analisis perbedaan CNR antara sekuens T1WI SE dan sekuens T1WI FLAIR seperti tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis CNR sekuens T1WI SE dan T1WI FLAIR

CNR	T1WI SE	T1WI FLAIR	p value
WM - GM	6,73 ± 5,22	4,69 ± 3,12	0,108
WM - CSF	18,52 ± 4,90	15,39 ± 2,96	0,003
GM - CSF	11,78 ± 4,13	10,70 ± 3,70	0,344
LESI - WM	5,63 ± 3,82	7,83 ± 3,49	0,043
LESI - GM	2,43 ± 3,22	4,08 ± 3,39	0,015
LESI - CSF	13,23 ± 4,00	8,59 ± 5,27	< 0,001

WM = White Matter, GM = Gray Matter, CSF = Cerebrospinal Fluid, CNR = Contrast to Noise Ratio.

Hal lain yang bisa menyebabkan SNR rendah adalah Time Repetition (TR), Number of Excitation (NEX), Field of View (FOV), tebal irisan, besar kecilnya matrix maupun receiver bandwidth. Pada saat dilakukan scanning telah dipilih parameter pada kedua sekuens tersebut dengan parameter yang akan menghasilkan informasi citra yang seimbang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SNR dan CNR pada white matter dan gray matter pada sekuens T1WI SE lebih tinggi dari pada sekuens T1WI FLAIR. Hasil ini berbeda dengan penelitian Cheng, dkk (2005). Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena tidak tepatnya pemilihan nilai TI/TR (750 ms/2000 ms). Dalam penelitian ini pilihan waktu Time Inversion (TI) tersebut telah didasarkan pada teori Westbrook dan Kaut, (1999) maupun Cheng, dkk (2005) yang menyatakan bahwa untuk menghasilkan citra pembobotan T1 dengan Inversion Recovery dipilih waktu TI yang intermediate yaitu antara 400 ms-800 ms dengan waktu TR adalah 2000 ms. Hanya saja dengan waktu TI/TR (750 ms/2000 ms) belum bisa menekan sinyal CSF secara maksimal. Pemilihan TI/TR sebesar 750 ms/2000 ms disebabkan karena keterbatasan alat, tidak

memungkinkan dipilih kurang dari 750 ms. Bila waktu TI kurang dari 750 ms akan terjadi error dan menyebabkan jumlah irisan yang dibuat juga akan semakin sedikit (Hashemi dan Bradley, 1997), sedangkan untuk scanning MRI Otak axial paling tidak diperlukan 16 irisan untuk bisa menilai otak secara keseluruhan. Bila TI semakin diperpanjang lebih dari 800 ms akan cenderung menghasilkan citra ke arah T2WI FLAIR bukan citra T1WI FLAIR. Menurut Westbrook dan Kaut, (1999) dalam inversion recovery, baik pembobotan citra maupun banyak sedikitnya irisan, akan banyak dipengaruhi oleh panjang-pendeknya waktu TI.

Dengan waktu TI dan TR (750 ms/2000 ms), sudah dapat menunjukkan CNR lesi-white matter dan CNR lesi-gray matter yang lebih baik pada sekuens T1WI FLAIR dibandingkan sekuens T1WI SE.

Penilaian Citra Secara Kualitatif

Hasil penilaian terhadap 24 citra T1WI SE dan 24 citra T1WI FLAIR pada kejelasan (conspicuity) lesi, ada tidaknya artefak dan kontras citra secara umum, dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Citra Secara Kualitatif terhadap citra T1WI SE dan 24 citra T1WI FLAIR

	Hasil Penilaian	Citra	
		T1WI SE	T1WI FLAIR
Kejelasan Lesi	Kurang baik	6,3%	2,1%
	Cukup	31,9%	13,9%
	Baik	11,8%	34,0%
Artefak	Ada	11,1%	1,4%
	Tidak ada	38,9%	48,6%
Kontras Citra Secara Umum	Kurang baik	9,0%	2,1%
	Cukup	30,6%	11,8%
	Baik	10,4%	36,1%

a. Kejelasan (Conspicuity) Lesi

Pada kejelasan (conspicuity) lesi terdapat perbedaan yang signifikan antara kejelasan lesi pada citra T1WI FLAIR dengan p value < 0,001 (p < 0,05). Hasil crosstabulation terhadap 24 citra T1WI SE dan 24 citra T1WI FLAIR pada kejelasan (conspicuity) lesi, diperoleh nilai prosentase jawaban responden "baik" yaitu citra T1WI FLAIR = 34,0% sedangkan citra T1WI SE = 11,8% .

Citra T1WI FLAIR menghasilkan citra dengan nilai CNR yang lebih tinggi dibanding citra T1WI SE khususnya pada CNR lesi-*white matter* dan CNR lesi-*gray matter*. Walaupun secara umum pada sekuens T1WI SE menghasilkan citra dengan sinyal yang tinggi tetapi karena noisennya juga relative besar maka lesi akan tampak hampir sama dengan jaringan sekitarnya. Pada sekuens T1WI FLAIR, lesi tampak lebih jelas karena lesi umumnya mengandung lebih banyak cairan yang dapat lebih ditekan dengan adanya *Inversion Recovery*, sehingga lesi tampak lebih jelas dibandingkan dengan jaringan sekitarnya yang sinyalnya relative tetap. Dengan waktu TI/TR (750 ms/2000 ms) sudah dapat menunjukkan kelainan dan proses patologis yang baik pada sekuens T1WI FLAIR. Contoh citra T1WI SE dan T1WI FLAIR dengan lesi berupa *tumor* seperti pada gambar 1.

b. Artefak

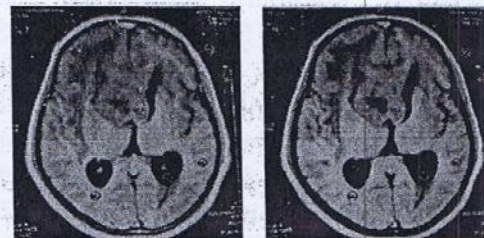
Terdapat perbedaan bermakna pada artefak antara citra T1WI FLAIR dan citra T1WI SE dengan $p \text{ value} = 0,037$. Hasil *crosstabulation* terhadap 24 citra T1WI SE dan T1WI FLAIR pada ada tidaknya gambaran artefak, diperoleh nilai prosentase jawaban responden "ada" yaitu citra T1WI FLAIR = 1,4% sedangkan citra T1WI SE = 11,1% .

Gambaran artefak pada citra T1WI FLAIR lebih sedikit dibandingkan pada citra T1WI SE, artinya artefak pada citra T1WI FLAIR tidak terlalu terlihat nyata. Artefak yang terdeteksi umumnya karena pergerakan pasien, sedangkan artefak yang disebabkan penggunaan Fast Spin Echo (FSE) dengan *Echo Train Length* (ETL) sebesar 8, pada sekuens T1WI FLAIR tidak tampak terlihat pada citra yang dihasilkan. Pada penelitian ini, dengan pesawat MRI yang ada nilai ETL 8 merupakan nilai yang tetap atau default (*Bruker, 2000*) yang tidak diubah oleh peneliti. Menurut peneliti untuk mengurangi kemungkinan terjadinya artefak, sebaiknya ETL dipilih 3 atau maksimal 4. Namun dengan nilai ETL yang tinggi akan semakin cepat waktu

scanningnya, dimana sangat diperlukan dalam menggunakan teknik *Inversion Recovery*. Gambaran artefak yang tampak terlihat nyata pada citra T1WI SE dibandingkan dengan citra T1WI FLAIR dapat dilihat pada gambar 2.

c. Kontras Citra Secara Umum

Terdapat perbedaan yang signifikan antara kontras citra secara umum yang dihasilkan oleh T1WI FLAIR dan T1WI SE yaitu dengan $p \text{ value} < 0,001$. Dengan tabulasi silang penilaian terhadap citra T1WI SE dan citra T1WI FLAIR pada kontras citra secara umum,, diperoleh jawaban responden "baik" yaitu citra T1WI FLAIR = 36,1% sedangkan citra T1WI SE = 10,4%. Kontras citra secara umum T1WI FLAIR lebih baik dibandingkan citra T1WI SE. Contoh citra T1WI SE dibandingkan dengan citra T1WI FLAIR dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 1. Perbedaan kejelasan lesi (tumor) pada citra (A) T1WI SE dan (B) T1WI FLAIR



Gambar 2. Perbedaan gambaran artefak pada citra (A) T1WI SE dan (B) T1WI FLAIR



Gambar 3. Perbedaan citra (A) T1WI SE dan (B) T1WI FLAIR

4. Simpulan dan Saran

Kesimpulan penelitian ini sebagai berikut :

1. Ada perbedaan yang bermakna antara informasi citra yang dihasilkan sekuens T1WI FLAIR dibandingkan dengan informasi citra sekuens T1WI SE, terutama dalam menampakkan kontras citra dengan nilai rata-rata CNR lesi-*white matter* (T1WI FLAIR = $7,83 \pm 3,49$ dan T1WI SE = $5,63 \pm 3,8$) dengan *p value* = 0,043 dan nilai rata-rata CNR lesi-*gray matter* (T1WI FLAIR = $4,08 \pm 3,39$ dan T1WI SE = $2,43 \pm 3,22$) dengan *p value* = 0,015

Kejelasan (*conspicuity*) lesi dan kontras citra secara umum pada sekuens T1WI FLAIR lebih baik dibandingkan sekuens T1WI SE yaitu prosentase kejelasan lesi dengan jawaban responden "baik" (T1WI FLAIR = 34,0% dan T1WI SE = 11,8%) dengan *p value* < 0,001 dan prosentase kontras citra secara umum dengan jawaban responden "baik" (T1WI FLAIR = 36,1% dan T1WI SE = 10,4%) dengan *p value* < 0,001. Sedangkan artefak pada T1WI SE lebih terlihat nyata dibandingkan artefak pada T1WI FLAIR yaitu prosentase artefak dengan jawaban responden "ada" (T1WI FLAIR = 1,4% dan T1WI SE = 11,1%) dengan *p value* = 0,037

2. Untuk menampakkan CNR lesi-*white matter*, lesi-*gray-matter*, kejelasan lesi dan kontras citra secara umum pada sekuens T1WI FLAIR lebih unggul dibandingkan dengan sekuens T1WI SE. Sedangkan sekuens T1WI SE menunjukkan SNR yang lebih baik akan tetapi artefaknya lebih nyata terlihat bila dibandingkan dengan T1WI FLAIR.

5. Daftar Pustaka

- Alexander, J.A., Sheppard, S., Davis, P.C., and Salverda. 1996. *Adult Cerebrovascular Disease: Role of modified Rapid Fluid Attenuated Inversion Recovery Sequence*, Volume 17:1507-1513, AJNR, American Society of Neuroradiology.
- Bakshi, R., Ariyaratana, S., Benedict, R.H.B., and Jacobs, L. 2001. Fluid

Attenuated Inversion Recovery MR Imaging Detects Cortical and Juxtacortical Multiple Sclerosis Lesions, Volume 58: 742-748, Archives of Neurology.

- Bakshi, R., Kamran, S., Kinkel, P.R., Bates, V.E., Mechtler, L.L., Janardhan, V., Belani, S.L., and Kinkel, W.R. 1999. Fluid Attenuated Inversion Recovery MR Imaging in Acute and Subacute Cerebral Intraventricular hemorrhage, Volume 20:629-636, AJNR, American Society of Neuroradiology.

- Bastinello, S., Bozzao, A., and Paolillo, A. 1997. Fast Spin Echo and Fast Fluid Attenuated Inversion Recovery versus Conventional Spin Echo Sequence for MR Quantification of Multiple Sclerosis Lesions, Volume 18:699-704, AJNR, American Society of Neuroradiology.

- Bydder, G.M. and Young, I.R. 1985. MR Imaging : Clinical use of the Inversion Recovery Sequence, Volume 9(4):659-675, Computer Assistance Tomography Journal.

- Cheng, S.J., Fan, Y.K., and Huan, J.K. 2005. MR Imaging of the Brain with a T1 Weighted Fluid Attenuated Inversion Recovery sequence: Comparison with Conventional T1 Weighted Spin Echo Sequence, Volume 30:139-145, Chinese Journal Radiology, Chinese Medical Association.

- Filippi, M., Rocca, M.A., Wiessmann, M., Mennea, S., Cercignani, M., Yousry, T.A., Sormani, M.P., and Comi, G. 1999. A Comparison of MR with fast FLAIR, Haste FLAIR, and EPI FLAIR Sequences in the Assessment of Patients with Multiple Sclerosis, Volume 20:1931-1938, AJNR, American Society of Neuroradiology.

- Hashemi, H., Ray, Bradley, G. and William. 1997. MRI The Basics, Williams & Wilkins Company, USA.

- Herskovits, E.H., Itoh, R., and Melhem, E.R. 2001. Accuracy for Detection of

- Simulated Lesions Comparison of Fluid Attenuated Inversion Recovery, Proton Density Weighted, and T2 Weighted Synthetic Brain MR Imaging, Volume 176:1313-1318, AJR, American Society of Radiology.
- Hori, M., Okubo, T., Uozomi, K., Ishigane, K., Kumagai, H., and 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.
- Hou, P., Hasan, K.M., Sitton, C.W., Wolinsky, J.S., and Narayana, P.A. 2005. Phase Sensitive T1 Inversion Recovery imaging: A Time efficient interleaved Technique for Improved Tissue Contrast in Neuroimaging, Volume 26:1432-1438, AJNR, American Society of Neuroradiology.
- Jackson, E.F., and Hayman, L.A. 2000. Meningeal Enhancement on fast FLAIR Images, RSNA.
- Lee, J.K., Choi, H.Y., Lee, S.W., Baek, S.Y., and Kim, H.Y. 2000. Usefulness of T1-Weighted Fluid-Attenuated Inversion Recovery Technique in Intracranial Lesions : Comparison with T1-Weighted Spin Echo Image, Volume 24:263-269, Clinical Imaging.
- Attenuated Inversion Recovery MR Imaging, Volume 211:257-263, Neuroradiology RSNA.
- Mitchell, and Donald, G. 1999. MRI Principles, W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania.
- Rydberg, J.N., Hammond, C.A., Huston, J., Jack, C.R., Grimm, R.C., and Riederer, S.J. 1996. T1-Weighted MR Imaging of the Brain using a Fast Inversion Recovery Pulse sequence, Volume 6(2):356-362, Magnetic Resonance Imaging Journal.
- Snopek, M. and Albert. 1992. Fundamentals of Special radiographic Procedures, W.B. Saunders Company, Mexico.
- Tsuciya, K, Inaoka, S., Mizutani, Y., and Hachiya, J. 1997. Fast Fluid Attenuated Inversion Recovery MR of Intracranial infections, Volume 19:909-913, AJNR, American Society of Neuroradiology.
- Thurnher, M.M., Thurnher, S.A., and Fleischmann, D. 1997. Comparison of T2-Weighted and Fluid Attenuated Inversion Recovery Fast Spin Echo MR Sequences in Intracerebral AIDS-Associated Disease, Volume 18:1601-1609, AJNR, American Society of Neuroradiology.
- Westbrook, Chaterine, Kaut, and Carolyne. 1999. MRI in Practice, Second Edition, Blackwell Science Ltd, United Kingdom.