

Kualitas Citra Sekuen T2W TSE Cartesian Versus T2W TSE BLADE: Analisis Kuantitatif pada MRI Cervical Potongan Axial

Dwi Rochmayanti¹, Emi Murniati², Fatimah³, Akhmad Haris Sulistiyadi⁴
¹²³⁴Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding Author: Dwi Rochmayanti
e-mail: dwirochmayanti@poltekkes-smg.ac.id

ABSTRACT

Background: blurring artifact is an issue in axial cervical MRI using T2 Turbo Spin Echo (TSE) weighted Cartesian. T2W TSE BLADE is potential to substitute its shortcomings. This study aims to analyze the image quality and artifacts between T2W TSE Cartesian and T2W TSE BLADE on axial cervical MRI examination and to determine the better sequence in producing image quality.

Methods: this is a quantitative research with descriptive approach. 7 volunteers were scanned for cervical axial examination with T2W TSE, T2W TSE Cartesian and T2W TSE Blade. Images were processed in MatlabTM. SNR of intervertebral disc, spinal cord and CSF were measured using ROI. Image resolution were find out from pixel spacing in DICOM info. Blurring artifact were analyzed by comparing the signal of blurred area to the background noise. Data were analyzed using descriptive statistics.

Results: SNR of T2W TSE Cartesian and T2W TSE BLADE were 22,144 and 17,532 (intervertebral disc), 20,952 and 16,786 (spinal cord), and 16,717 and 12,883 (CSF) respectively. Image resolution (mean) were 0,391 pixel/mm (T2W TSE Cartesian) and 0,625 (T2W TSE BLADE). Blurring artifact were 8,161 (T2W TSE Cartesian) and 6,826 (T2W TSE Blade).

Conclusion: T2W TSE Cartesian was superior in pixel intensity and SNR, while the blade technique was superior in terms of spatial resolution and artifacts reduction. Thus, it is recommended to be applied in clinical field if the SNR or image detail is the priority.

Keywords: T2W TSE; Cartesian; BLADE; cervical MRI.

Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) salah satu metode pilihan untuk pencitraan tulang belakang yang dapat mengidentifikasi hampir semua patologi yang relevan secara klinis, termasuk degeneratif dan inflamasi, serta lesi traumatik atau neoplastik (Meindl, et all, 2009). Salah satu pemeriksaan MRI tulang belakang adalah pemeriksaan MRI cervical.

Pemeriksaan MRI cervical merupakan tantangan bagi praktisi MRI karena struktur anatomi cervical yang tidak homogen dan gerakan pasien yang tidak disengaja. Pada pemriksaan MRI cervical, proses menelan, gerakan pasien yang kasar, dan pernapasan yang dalam adalah sumber utama terjadinya artefak (Elmaoğlu and Celik, 2012), sehingga perlu diperhatikan kenyamanan pasien dan penggunaan pulsa sekuen yang cepat untuk mengurangi terjadinya artefak yang diakibatkan karena pergerakan.

Pulsa sekuen Turbo Spin Echo (TSE) merupakan pulsa sekuen spin echo, namun memiliki waktu scanning yang lebih cepat. Pada pulsa sekuen spin echo, sebuah eksitasi pulsa 90° diikuti oleh pulsa rephasing 180°. Hanya satu tingkat *phase encoding* yang diaplikasikan per-TR pada setiap potongan dan hanya ada satu baris dari *k-space* yang terisi. Sebagai faktor yang mempengaruhi scan time fungsi dari TR, *Number of Excitation* (NEX) dan jumlah dari *phase encoding*, salah satu atau lebih harus dikurangi. Mengurangi TR dan NEX akan mempengaruhi pembobotan citra dan *Signal to Noise Ratio* (SNR). Menurunkan jumlah dari *phase encoding* akan menurunkan *spatial resolution* yang tentu saja merupakan hal yang dihindari. Pada sekuen TSE, *scan time* dikurangi dengan memberikan lebih dari satu tingkat *phase encoding* sehingga dapat mengisi lebih dari satu *k-space* dalam setiap TR. Cara ini dilakukan dengan menggunakan pulsa *rephasing* 180° berulang untuk

memproduksi sebuah echo train leingth (ETL) (Westbrook and John Talbot, 2019).

K-space adalah perangkat penyimpanan. *K-space* menyimpan data digital yang dihasilkan dari frekuensi spasial yang dibuat dari pengkodean spasial. Contoh pengisian *k-space* yang sering digunakan adalah Cartesian dan BLADE. Cartesian adalah pengisian *k-space* sederhana yang dilakukan secara linear dari atas ke bawah atau dari bawah ke atas (Westbrook and Talbot, 2019), sedangkan BLADE merupakan pengisian *k-space* yang ditingkatkan dari pusat *k-space*, dimana blok data persegi panjang diperoleh dan kemudian diputar. Informasi yang berlebihan terkonsentrasi dipusat *k-space*, digunakan untuk meningkatkan SNR atau untuk identifikasi waktu selama pemindaian dimana pasien mungkin bergerak, sehingga blok data tersebut dapat diproses dengan *phase-shifting algorithm* untuk menghilangkan efek pergerakan pada data selama proses rekontruksi dan artefak motion dapat ditekan (Ravenel, 2013).

Penggunaan pulsa sekuen TSE Cartesian pada pemeriksaan MRI cervical potongan axial yang menggunakan *k-space* Cartesian, terdapat kelemahan yaitu citra terlihat blurring pada daerah spinal cord yang diakibatkan oleh pergerakan dari *cerebro spinal fluid* (CSF), dan rentan terhadap motion artifact. Penggunaan T2W axial dari tulang belakang dan sumsum tulang belakang rentan terhadap berbagai jenis artefak terutama di daerah cervical dan thoracal (Melherm, 2000). Salah satu solusi untuk mengatasi *blurring arefact* pada pemeriksaan MRI cervical adalah dengan menggunakan TSE BLADE.

Citra MRI adalah citra digital, ini sangat tergantung pada kontras citra dan karakteristik spasialnya. Namun demikian, salah satu kelemahan dari fleksibilitas ini adalah kesulitan yang lebih besar dalam hal pemilihan parameter scanning. Secara umum waktu scanning tidak dapat diabaikan dan ada kecenderungan tertentu terhadap artefak. Namun, batasan paling mendasar dalam MRI adalah *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang tergantung pada perangkat keras, sebagian besar kekuatan medan utama dan koil radiofrekuensi, sifat relaksasi jaringan dan pada pilihan sekuen parameter. Kualitas citra yang baik tergantung pada pilihan parameter scanning yang baik (McRobbie, 2007).

Berdasarkan pada optimisasi penggunaan sekuen TSE Blade untuk meminimalkan kualitas citra dan reduksi artefak blurring pada sekuen TSE Cartesian pada pemeriksaan MRI cervical potongan axial, maka peneliti melakukan studi tentang analisis kualitas citra antara sekuen TSE Cartesian

dan TSE Blade Pada Pemeriksaan MRI Cervical Potongan Axial Dengan Pembobotan T2.

Metode

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Tujuh *volunteer* pemeriksaan MRI cervical potongan axial di-scan dengan sekuen sekuen T2W TSE Cartesian dan T2W TSE BLADE. Pesawat yang digunakan adalah Siemens Magnetom® Avanto 1,5 T. Parameter yang digunakan, ditunjukkan pada tabel 1.

Volunteer telah mendapatkan penjelasan mengenai jalannya pemeriksaan dan prosedur persiapan yang dilakukan. *Volunteer* dilakukan pemeriksaan MRI *Cervical* dengan prosedur *volunteer* diposisikan supine di atas pemeriksaan dengan kedua tangan di samping tubuh, *neck coil* terpasang di leher pasien, kolimasi berada di pertengahan objek.

Tabel 1. Parameter Sekuen T2W TSE Cartesian dan T2W TSE BLADE

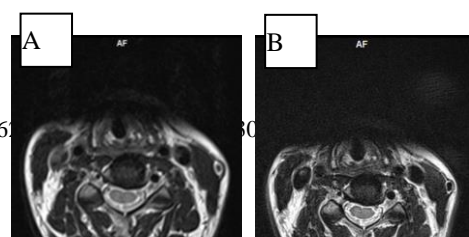
No	Parameter	T2 TSE Cartesian	T2W TSE BLADE
1	TR	4800 ms	4800 ms
2	TE	82 ms	99 ms
3	FOV	200 mm	200 mm
4	NEX	2	1
5	Concatenation	1	1
6	Scan time	3.18	2.26
7	Elliptical filter	No	Off
8	Slice thickness	3 mm	3 mm
9	Dist. Factor	10%	10%
10	Flip Angle	150°	150°
11	Turbo factor/ETL	13	35
12	Trajectory	Cartesian	BLADE

Citra ini adalah pada pasien yang sama, diambil pada irisan, atau potongan ke 8.

Kualitas citra dianalisis berdasarkan SNR, *image resolution*, dan artefak menggunakan Matlab™. SNR dihitung dengan membandingkan intensitas sinyal menggunakan *Region of Interest* (RoI) pada diskus intervertebralis, *spinal cord*, dan CSF dengan sinyal *background*. Resolusi citra diketahui dari nilai *pixel spacing* pada DICOM info. Artefak dianalisis dengan membandingkan intensitas sinyal pada area artefak dibandingkan dengan sinyal *background*.

Hasil dan Pembahasan

Tujuh *volunteer* dengan sebaran usia antara 17 s,d 50 tahun. Untuk jenis kelamin laki-laki 1 orang (14%) dan sisanya adalah perempuan 86%. Citra hasil *scanning* ditunjukkan pada gambar 1.

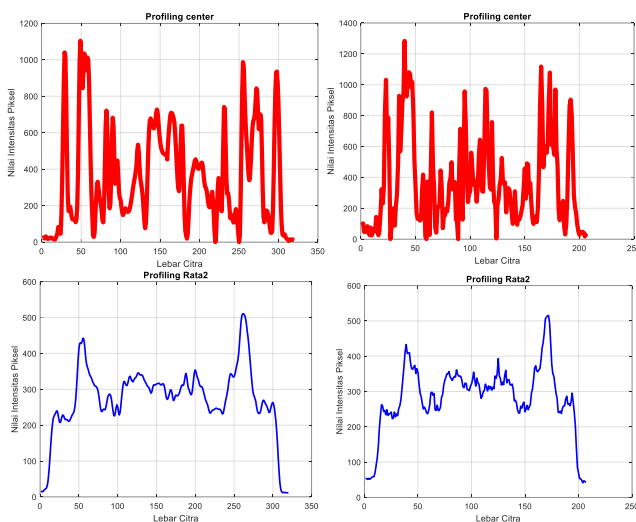


	Spinal Cord	21,0927	16,8715
	CSF	22,1815	18,8919
4	Diskus intervertebralis	16,5799	15,5472
	Spinal Cord	20,2051	16,7755
	CSF	21,6347	16,677
5	Diskus intervertebralis	17,3995	12,2663
	Spinal Cord	22,3051	17,4663
	CSF	23,8207	19,0348
6	Diskus intervertebralis	17,7295	13,5699
	Spinal Cord	20,7702	17,0073
	CSF	22,177	17,5636
7	Diskus intervertebralis	15,7486	12,4777
	Spinal Cord	20,3353	16,5027
	CSF	19,655	16,1254

Gambar 1. Citra hasil scanning dengan T2W TSE Cartesian (A) dan T2W TSE BLADE (B)

PROFILING CITRA

Hasil *profiling center* dan *profiling* rerata dengan Matlab™ pada kedua kelompok citra ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil *profiling center* dan *profiling* rerata pada citra hasil scanning dengan T2W TSE Cartesian (kiri) dan T2W TSE BLADE (kanan)

Gambar 2. menunjukkan bahwa pada hasil *profiling center* maupun *profiling* rata-rata didapatkan bahwa intensitas piksel pada teknik T2W TSE BLADE lebih tinggi bila dibanding pada teknik T2 TSE Cartesian.

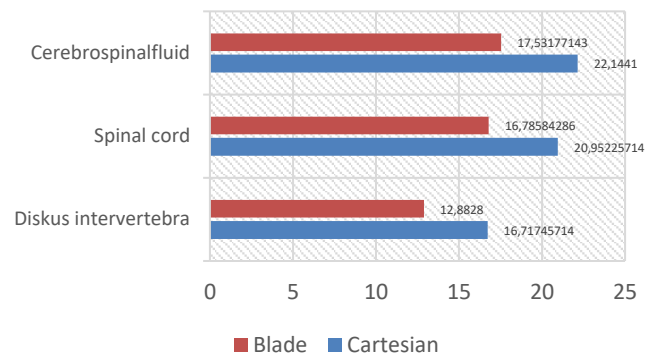
SNR

Hasil perhitungan nilai SNR ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 2. Parameter Sekuen T2W TSE Cartesian dan T2W TSE BLADE

No	Objek	SNR	
		T2W TSE Cartesian	T2 TSE BLADE
1	Diskus intervertebralis	17,3077	12,1755
	Spinal Cord	21,8707	15,8516
	CSF	23,0734	16,8632
2	Diskus intervertebralis	15,0706	11,8997
	Spinal Cord	20,0867	17,026
	CSF	22,4664	17,5665
3	Diskus intervertebralis	17,1864	12,2433

Secara umum, nilai SNR T2W TSE Cartesian lebih tinggi bila dibanding T2 TSE BLADE seperti ditunjukkan pada gambar 3.



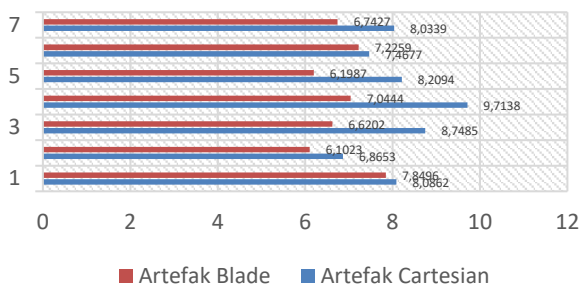
Gambar 3. Grafik SNR rata-rata setiap obyek

RESOLUSI SPASIAL

Dari data info citra pada metadata citra (DICOM info) diketahui bahwa *pixel spacing* T2W TSE Cartesian adalah 0,390625 pixel/mm, sedangkan dengan teknik T2W TSE BLADE memiliki spasial resolusi sebesar 0,625 pixel/mm. Hal ini menunjukkan bahwa citra hasil scanning dengan T2W TSE BLADE memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi dibanding T2W TSE Cartesian.

ARTEFAK

Hasil pengukuran artefak didapatkan hasil bahwa artefak citra pada T2W TSE Cartesian lebih tinggi dibandingkan T2W TSE BLADE, sebagaimana diunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengukuran artefak pada 7 citra

Secara umum, apabila dilihat data profil citra T2W TSE Cartesian memiliki intensitas piksel yang lebih tinggi dibandingkan dengan T2W TSE BLADE. Hal ini juga didukung dengan adanya hasil pengukuran SNR, dimana T2W TSE Cartesian memiliki SNR yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan T2W TSE BLADE. Pengaruh dari Avareges/ NEX terhadap SNR adalah SNR akan naik secara linier dibandingkan dengan perubahan NEX. Semakin besar NEX maka akan menghasilkan SNR yang besar pula (Rohmayanti dkk, 2010). Penurunan NEX 1 akan mengurangi SNR sebanyak 41%. Dalam penelitian ini SNR pada TSE Cartesian sedikit lebih unggul dibandingkan TSE BLADE (Woodward, 1997). Meskipun T2W TSE BLADE menggunakan NEX lebih rendah dengan BLADE itu sendiri mampu meningkatkan SNR karena informasi yang berlebihan terkonsentrasi dipusat k -space digunakan untuk meningkatkan SNR (Ravenel, 2013). Selain itu pemilihan NEX itu sendiri akan berpengaruh terhadap *scan time* (Woodward, 1997) sehingga *scan time* T2 WTSE BLADE lebih cepat dibandingkan dengan T2W TSE Cartesian.

Pengaruh TE terhadap kualitas citra pada pembobotan T2. Pembobotan T2 memiliki nilai TR dan TE yang panjang, jaringan yang memiliki waktu *decay* yang cepat maka akan terlihat gelap, dan jaringan yang memiliki waktu *decay* yang lebih lama maka akan terlihat terang. (Moeller, 2010). Dalam hal ini lemak lebih cepat dibandingkan dengan water, sehingga pada penelitian ini T2W TSE BLADE yang memiliki nilai TE yang lebih panjang dibandingkan dengan T2W TSE Cartesian akan mempengaruhi hasil citra dimana cairan spinal cord dan cerebro spinal fluid lebih terang dibandingkan dengan T2W TSE Cartesian. Pada pengambilan citra dengan Teknik Blade digunakan *Echo Train Length* (ETL) yang panjang (pada BLADE 35 dan pada Cartesian 16), hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan waktu *scanning*. Karena jika sama-sama menggunakan ETL 16, maka waktu *scanning* yang dihasilkan akan

lebih lama, hal ini tentunya akan berdampak negative pada pemeriksaan MRI. Salah satu kelebihan teknik Cartesian dibanding dengan BLADE adalah waktu, karena pada saat pengisian data di k -space pada Cartesian lebih cepat bila dibanding dengan BLADE (Rini, I, 2020).

Resolusi spasial pada Teknik Blade memiliki keunggulan dibanding dengan Teknik cartesian, meskipun dalam hal SNR lebih rendah pada Teknik ini. Tiga faktor menentukan apakah detail tertentu atau struktur dapat divisualisasikan dalam gambar. Jelas disana perlu kontras antara struktur dan sekitarnya. Kedua, jika resolusi tidak mencukupi, informasi tentang objek tidak akan ditransfer ke dalam gambar dengan proses pembentukan gambar. Ketiga, jika SNR atau CNR terlalu rendah, detail strukturnya mungkin terhalang oleh noise gambar. Oleh karena itu, tahapan penting dalam optimasi gambar adalah putuskan trade-off yang diperlukan antara ukuran voxel diperlukan untuk SNR yang memadai dan persyaratan untuk ukuran voxel menjadi cukup kecil untuk memungkinkan visualisasi detail anatomi atau patologis yang kecil (McRobbie, 2006)

Dalam hal penurunan artefak, Teknik BLADE dapat digunakan sebagai alternatif untuk meminimalkan artefak. Ini ditunjukkan dari hasil pengukuran dimana nilai artefak pada saat digunakan Teknik blade mengalami penurunan. Sistem *trajectory* adalah sistem pengisian k -space dalam rekontruksi sebuah citra. Perubahan *trajectory* dari BLADE ke *Cartesian* akan berdampak terhadap penurunan artefak dan meningkatkan kualitas citra. BLADE atau *Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction* (PROPELLER) merupakan pengisian k -space yang ditingkatkan dari pusat k -space, dimana blok data persegi panjang diperoleh dan kemudian diputar. Informasi yang berlebihan terkonsentrasi dipusat k -space digunakan untuk meningkatkan *signal to noise ratio* (SNR) atau untuk identifikasi waktu selama pemindaian dimana pasien mungkin bergerak, sehingga blok data tersebut dapat diproses dengan *phase-shifting algorithm* untuk menghilangkan efek pergerakan pada data selama proses rekontruksi dan artefak *motion* dapat ditekan (Ravenel, 2013). Pada sekuen DWI PROPELLER pengisian k space menggunakan banyak pulsa 180 yang ditempatkan secara padat dan berulang, oleh karena itu spin kembali *rephase* meskipun melewati area magnet heterogenitas dan menghasilkan dephase yang rendah. Sehingga dengan penggunaan PROPELLER dapat meningkatkan kualitas gambar dimana pada PROPELLER lebih jelas menampilkan

kriteria anatomi dan tidak terdapatnya artefak magnetic susceptibility pada citra (Yeti K, 2020).

Simpulan

Pada pemeriksaan MRI cervical, sekuen T2W TSE Cartesian lebih unggul dalam hal SNR secara umum. Teknik T2W TSE BLADE lebih unggul dalam hal resolusi spasial dan pengurangan artefak serta waktu scan yang lebih cepat. Untuk pemilihan teknik yang terbaik, disesuaikan dengan tujuan pemeriksaan. Apabila dibutuhkan detail yang tinggi, sebaiknya menggunakan teknik BLADE, sedangkan apabila dibutuhkan SNR yang tinggi sebaiknya dipilih Teknik Cartesian.

Daftar Pustaka

- Elliott, James, Timothy Flynn, Aiman Al-Najjar, Joel Press, Bao Nguyen, dan Jon Timothy Noteboom. 2011. The Pearls and Pitfalls of Magnetic Resonance Imaging for The Spine. Sports Physical Therapy. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Alexandria. Volume 41(11), 848–860. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.36>
- Elmaoğlu, Muhammed dan Azim Çelik. 2012. MRI Handbook: MR Physics, Patient Positioning, and Protocols. Springer. New York. <https://doi.org/10.2007/978-1-4614-1096-6>.
- Finkenzeller, T., Wendl, C. M., Lenhart, S., Stroszczyński, C., Schuierer, G., & Fellner, C. (2015). BLADE sequences in transverse T2-weighted MR imaging of the cervical spine: cut-off for artefacts? *RoFo Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Rontgenstrahlen Und Der Bildgebenden Verfahren*, 187(2), 102–108. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1385179>
- McRobbie, D.W., 2006, MRI from Picture to proton, Second Edition, Published in the United States of America by Cambridge Press, New York. ISBN-13 978-0-511-34944-7
- Meindl T, Wirth S, W. S. et al. (2009). 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.
- Ravenel, J. 2013. The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed.. American Journal of Roentgenology (Vol. 180). <https://doi.org/10.2214/ajr.180.3.1800596>
- Rini Indrati, dkk, 2020. Optimization Image Quality of knee MRI Sagittal Plane T2 Weighted TSE Sequences with variation of Echo Train Length (ETL) on Cartesian and Blade Technique, E3S Web of Conferences 202, 15015 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020215015>. ICENIS 2020
- Rochmayanti, Dwi. dkk, 2010, Pengaruh Parameter Number of Excitation (NEX) Terhadap SNR. Forum Teknik Majalah Ilmiah Teknologi, Fakultas Teknik UGM, ISSN 0216-7565. Vol. 33 NO 3 September 2010
- Saba, L. 2016. Magnetic Resonance Imaging Handbook: Image Principles, Neck, and the Brain. CRC Press. Boca Raton
- Westbrook, Catherine, Kaut, Carolyn, Talbot, John. 2011. MRI in Practice: Fourth Edition. UK : Blackwell Publishing Ltd
- Westbrook, Catherine, dan John Talbot. 2019. MRI in Practice. Edisi Kelima. Wiley-Blackwell. Hoboken
- Yeti Kartikasari, dkk, 2020. Perbedaan Informasi Citra Anatomi sekuen Diffusion Weighted Imaging (DWI) antara Penggunaan Propeller dengan tanpa Propeller pada Pemeriksaan MRI BRAIN dengan Kasus Stroke, Jurnal Imejing Diagnostik, <http://u.lipi.go.id/1405918007> <https://doi.org/10.31983/jimed.v6i1.5565>. Volume 6 No.1