

ANALISIS PERBEDAAN INFORMASI CITRA ANATOMI SEKUEN SAGITTAL T2 FSE DAN SAGITTAL T2 FSE PROPELLER PADA PEMERIKSAAN MRI CERVICAL DENGAN KASUS CERVICAL ROOT SYNDROME

Gloria Tesalonika Kyrieous Palar^{1*}, Ni Putu Rita Jeniyanthi², I Wayan Arie
Sugiantara³

AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia^{1,2,3}

*Corresponding Author : palargloria@gmail.com

ABSTRAK

Cervical Root Syndrome (CRS) adalah kondisi medis yang menyebabkan nyeri, kelemahan, dan gangguan sensorik akibat iritasi atau tekanan pada akar saraf *cervical*. Untuk diagnosis CRS, *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* adalah teknik yang sangat direkomendasikan karena mampu menghasilkan citra detail tanpa menggunakan radiasi ionisasi. Namun, salah satu tantangan utama dalam MRI *cervical* adalah *motion artifact* yang disebabkan oleh gerakan pasien, seperti menelan atau bernapas, ataupun pergerakan CSF yang dapat mempengaruhi informasi citra. Teknik PROPELLER dikembangkan untuk mengatasi masalah ini dengan mengambil sampel *k-space* dalam strip berputar yang tumpang tindih, sehingga mengurangi distorsi citra akibat gerakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan informasi citra anatomi yang dihasilkan oleh sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* pada pemeriksaan MRI *cervical*, serta menentukan sekuen yang lebih optimal untuk digunakan pada pasien CRS. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dengan 10 pasien CRS di Instalasi Radiologi Sentra Medika Hospital Minahasa Utara yang menjalani pemeriksaan MRI dengan kedua sekuen tersebut. Analisis data menggunakan uji *Wilcoxon*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan antara *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* yang dapat dilihat pada hasil *p* valuenya <0,001. Sekuen T2 FSE PROPELLER memberikan informasi citra yang lebih baik dibandingkan *Sagittal T2 FSE* juga dapat dilihat dari nilai *Mean Rank* yaitu *Spinal Cord* (1.00 vs 0.00) dan *CSF* (5.50 vs 0.00), dan *Corpus Vertebrae* PROPELLER unggul (4.50 vs 0.00). Kesimpulannya, terdapat perbedaan antara kedua sekuen dan sekuen *Sagittal T2 FSE PROPELLER* mendapatkan hasil yang lebih optimal serta memberikan informasi citra anatomi yang lebih baik pada pemeriksaan pasien CRS.

Kata kunci : CRS, FSE, PROPELLER

ABSTRACT

Cervical Root Syndrome (CRS) is a medical condition that causes pain, weakness and sensory disturbances due to irritation or pressure on the cervical nerve roots. For the diagnosis of CRS, *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* is a highly recommended technique as it is able to produce detailed images without the use of ionizing radiation. The PROPELLER technique was developed to overcome this problem by sampling *k-space* in overlapping rotating strips, thus reducing image distortion due to motion. This study aims to compare the anatomical image information generated by *Sagittal T2 FSE* and *Sagittal T2 FSE PROPELLER* sequences in cervical MRI examinations, and determine which sequences are more optimal for use in CRS patients. This study used a quantitative method, with 10 CRS patients in the Radiology Installation of Sentra Medika Hospital North Minahasa who underwent MRI examination with both sequences. Data analysis used *Wilcoxon* test. The results showed that there was a difference between *Sagittal T2 FSE* and *Sagittal T2 FSE PROPELLER* which can be seen in the *p* value <0.001. PROPELLER T2 FSE sequences provide better image information than *Sagittal T2 FSE* as can also be seen from the *Mean Rank* values of *Spinal Cord* (1.00 vs 0.00) and *CSF* (5.50 vs 0.00), and *Corpus Vertebrae* PROPELLER is superior (4.50 vs 0.00). In conclusion, there is a difference between the two sequences and The *Sagittal T2 FSE PROPELLER* sequence obtained more optimal results and provided better anatomical image information in the examination of CRS patients.

Keywords : CRS, FSE, PROPELLER

PENDAHULUAN

Cervical Root Syndrome (CRS) adalah kondisi medis yang mengakibatkan nyeri, kelemahan, dan gangguan fungsi sensorik yang berhubungan dengan akar saraf di daerah leher (Gärtner et al., 2020). CRS umumnya disebabkan oleh tekanan atau iritasi pada satu atau beberapa akar saraf *cervical* yang keluar dari tulang belakang di leher. Gejala yang dialami oleh penderita CRS meliputi ketegangan otot, nyeri saat ditekan, nyeri saat bergerak, serta nyeri yang menjalar ke lengan, mati rasa pada tangan, dan keterbatasan rentang gerak (Prakoso Sihono, 2023). Hal ini menyebabkan penurunan kemampuan fungsional pasien dan keluhan bagi tenaga medis. Prevalensi CRS cukup signifikan, dengan laporan Kementerian Kesehatan (2022) menunjukkan bahwa 27,2% wanita dan 17,4% pria, terutama pada usia 35-49 tahun, mengalami nyeri di leher. Pada populasi lebih dari 50 tahun, sekitar 10% mengalami nyeri *cervical*.

Untuk mendiagnosis CRS, MRI merupakan teknik pencitraan yang disarankan. MRI menggunakan medan magnet dan gelombang radio untuk menghasilkan gambar organ dan struktur tubuh dengan detail yang tinggi, tanpa melibatkan radiasi ionisasi (Alam et al., 2017). Oleh karena itu, MRI dianggap sebagai metode yang aman dalam diagnosis penyakit, termasuk gangguan pada tulang belakang *cervical*. MRI membutuhkan waktu yang agak lebih lama untuk menghasilkan sebuah gambar yang bernilai diagnostik yang menyebabkan MRI sangat sensitif terhadap pergerakan. Masalah ini sering kali terjadi karena gerakan seperti menelan, bernapas, atau pergerakan CSF dapat mengganggu hasil gambar (Dale, n.d. 2015). Sekuen *Sagittal T2 FSE* yang merupakan salah satu pengembangan dari sekuen *spin echo* yang berguna untuk mempercepat akuisisi gambar tanpa mengorbankan resolusi (Westbrook, 2014). Sekuen *T2 FSE* merupakan pengembangan dari sekuen *spin echo* konvensional, yang bertujuan mempercepat waktu pemindaian dengan menggunakan beberapa pulsa RF 180° untuk menghasilkan beberapa *spin echo* dalam satu waktu repetisi (TR). Teknik ini memungkinkan pengisian lebih dari satu baris *k-space* per TR, sehingga mengurangi waktu pemindaian dibandingkan dengan *spin echo* konvensional (Westbrook, 2019).

Selain itu, teknik PROPELLER (*Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction*) juga merupakan metode yang dikembangkan untuk mengatasi masalah *motion artifact*, terutama saat memeriksa pasien yang kurang kooperatif atau mengalami kesulitan menjaga posisi diam. PROPELLER mengambil sampel *k-space* dalam strip berputar dari beberapa garis pengkodean fase. Strip-strip ini berputar secara teratur dan tumpang tindih dengan pengambilan sampel secara berlebihan di bagian tengah *k-space* dan penghapusan data yang tidak konsisten yang terkait dengan gerakan untuk menghilangkan atau mengurangi distorsi gambar. PROPELLER memungkinkan pengambilan gambar yang lebih tajam, bebas dari distorsi gerakan dan sangat bermanfaat dalam mendiagnosa CRS (Shimamoto et al., 2018).

Pemeriksaan MRI *cervical* umumnya menggunakan beberapa sekuen rutin yaitu *Sagittal/Coronal SE/FSE T1 or coherent Gradient Recalled Echo (GRE) T2**, *Sagittal SE/FSE T1*, *Sagittal SE/FSE T2 or coherent Gradient Recalled Echo (GRE) T2**, *Axial/oblique SE/FSE T1/T2 or coherent GRE T2** dengan tambahan sekuen *Sagittal/Axial Oblique SE/FSE T1*, *Sagittal SE/FSE T2 or STIR*, *3D coherent/incoherent GRE T2*/T1*, *Sagittal SE/FSE T1* atau *fast incoherent GRE T1/Proton Density* dan *3D Balanced Gradient Echo (BGRE)* (Westbrook, 2014). Dari beberapa penelitian telah memperlihatkan bahwa teknik PROPELLER ini lebih unggul, meskipun teknik PROPELLER memiliki keunggulan dalam mengurangi artefak gerakan, penggunaannya dalam pemeriksaan rutin MRI *cervical* masih terbatas. Di sisi lain, penelitian tentang efektivitas PROPELLER dalam meningkatkan kualitas citra *cervical* juga masih terbatas pada beberapa studi kecil.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengevaluasi dan membandingkan kualitas citra anatomi antara sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* pada pemeriksaan MRI *cervical* dengan kasus CRS. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti tambahan untuk mendukung penggunaan teknik PROPELLER pada pemeriksaan MRI *cervical*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen untuk mengevaluasi informasi citra anatomi antara sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* pada pemeriksaan MRI *cervical* dengan kasus CRS pada 10 sampel yang menjalani pemeriksaan MRI *cervical*. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi Sentra Medika Hospital Minahasa Utara selama bulan Mei hingga Juni 2024. Variabel bebas pada penelitian ini adalah sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER*, sedangkan variabel terikat adalah informasi citra anatomi yang dihasilkan dari pemeriksaan MRI *cervical*. Variabel kontrol antara lain potongan *Sagittal*, TR, TE, NEX, *Matrix*, FOV, dan *Slice Thickness*, untuk memastikan keseragaman pemeriksaan di setiap sampel.

Pengumpulan data dilakukan dengan menghasilkan 20 citra MRI *cervical* dari pemeriksaan terhadap 10 pasien yang menggunakan kedua sekuen tersebut. Setiap citra kemudian dinilai oleh dua dokter spesialis radiologi menggunakan skala ordinal (skor 1 untuk "tidak jelas", skor 2 untuk "kurang jelas", dan skor 3 untuk "jelas") berdasarkan kejelasan anatomi pada *Spinal Cord*, *Cerebro Spinal Fluid*, *Discus Intervertebralis*, dan *Corpus Vertebrae*. Penelitian ini menggunakan pesawat MRI GE 1,5 Tesla, *head/neck coil*, serta kuesioner penilaian citra. Pasien diposisikan *supine*, menggunakan *head/neck coil*, dan dilakukan pemeriksaan dengan sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan SPSS 26. Reliabilitas antar penilai diuji menggunakan uji *Cohen's Kappa* (κ) untuk memastikan konsistensi dalam penilaian citra anatomi. Selanjutnya, dilakukan uji *Wilcoxon Sign Rank* untuk melihat adanya perbedaan informasi citra anatomi antara sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER*. Dan untuk menentukan sekuen mana yang memberikan hasil citra paling optimal, dilihat berdasarkan nilai *mean rank* dari uji *Wilcoxon*.

HASIL

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Sentra Medika Minahasa Utara dengan menghasilkan 20 citra MRI *cervical* dari pemeriksaan terhadap 10 pasien dengan indikasi CRS dengan menggunakan sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* pada MRI GE 1,5 Tesla.

Karakteristik Sampel

Tabel 1. Karakteristik Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase (%)
Laki-laki	2	20%
Perempuan	8	80%
Total	10	100%

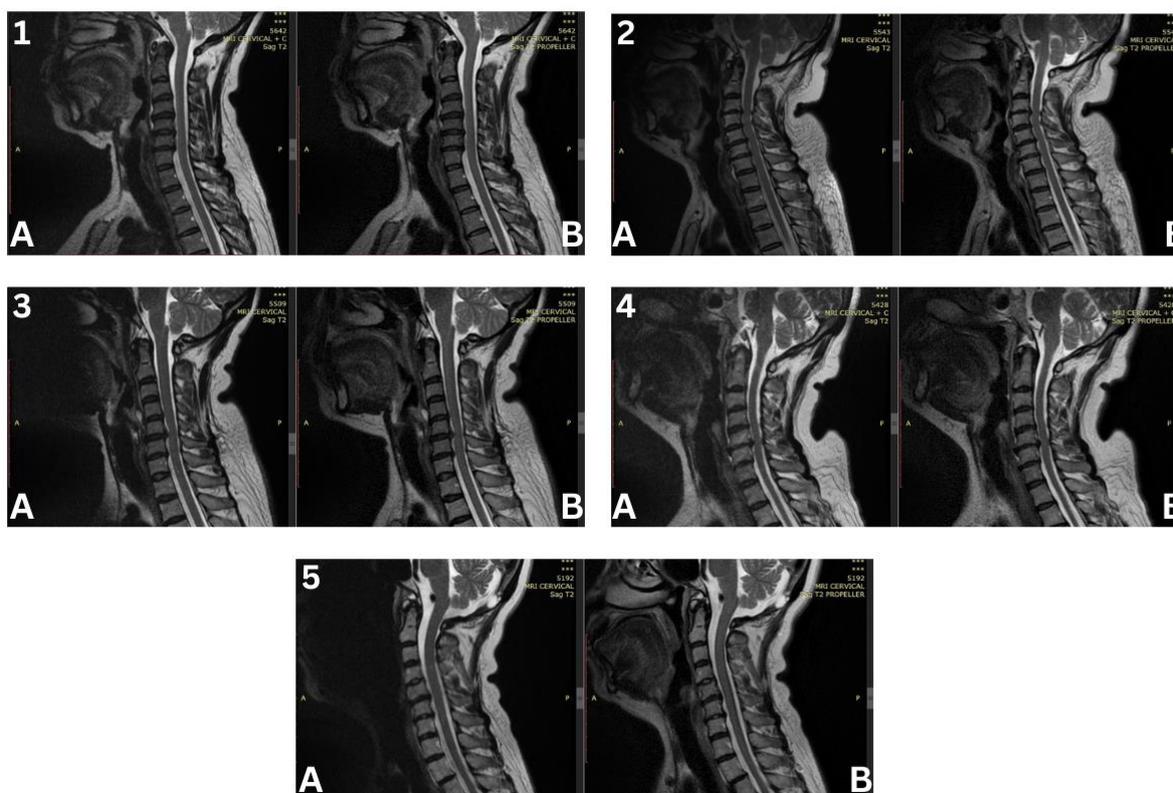
Berdasarkan tabel 1 karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin, dapat diketahui bahwa data sampel penelitian ini terdiri dari 10 sampel pasien dimana 2 sampel berjenis kelamin laki-laki dan 8 sampel pasien berjenis kelamin perempuan.

Tabel 2. Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia

Rentang Usia (tahun)	Frekuensi	Persentase (%)
30-40	2	20%
40-50	2	20%
50-60	3	30%
60-70	3	30%
Total	10	100%

Berdasarkan tabel 2 karakteristik sampel berdasarkan usia, dapat diketahui bahwa data sampel penelitian ini terdiri dari 10 sampel pasien dimana 2 sampel berusia 30-40 tahun, 2 sampel berusia 40-50 tahun, 3 sampel berusia 50-60 tahun, dan 3 sampel berusia 60-70 tahun.

Hasil Citra



Gambar 1. Hasil Citra MRI Cervical irisan Sagittal dengan menggunakan sekuen (A) T2 FSE dan (B) T2 FSE PROPELLER

Sebelum hasil penelitian mengenai informasi anatomi dari masing-masing sekuen dianalisis menggunakan uji Wilcoxon, terlebih dahulu dilakukan analisis statistik menggunakan uji Cohen’s Kappa. Analisis ini bertujuan untuk mengukur tingkat kesepakatan atau objektivitas penilaian antara kedua responden, yang merupakan dokter spesialis radiologi. Berikut adalah hasil dari uji Kappa tersebut:

Tabel 3. Hasil Uji Kappa

Sekuen	Nilai Kappa R1 x R2	Keterangan
Sagittal T2 FSE	0.801	kesepakatan hampir sempurna
Sagittal T2 FSE PROPELLER	0.875	kesepakatan hampir sempurna

Berdasarkan hasil uji *Kappa* pada tabel 3, menunjukkan bahwa evaluasi kualitas citra memiliki tingkat reliabilitas yang sangat baik. Hal ini mendukung validitas penelitian karena penilaian subyektif antar-penilai konsisten dan tidak dipengaruhi oleh bias individu. Karena tingkat reliabilitas yang sangat baik telah ditunjukkan oleh hasil uji *Kappa* (*Kappa* rata-rata = 0,838), penilaian satu responden diputuskan untuk digunakan dalam penelitian ini guna meningkatkan efisiensi proses evaluasi. Pemilihan responden dilakukan berdasarkan pengalaman dan keahlian yang relevan, sehingga tetap menjamin validitas hasil penelitian.

Untuk mengetahui adanya perbedaan informasi informasi citra *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 PROPELLER* maka dilakukan Uji *Wilcoxon*. Dalam uji *wilcoxon* perlu diketahui bahwa dasar pengambilan keputusan adalah:

Jika nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* < 0,05 maka *Ha* diterima. Sebaliknya,

Jika nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* > 0,05 maka *Ha* ditolak.

Tabel 4. Hasil Uji Wilcoxon Secara Keseluruhan

Sekuen	<i>p-value</i>	Keterangan
<i>Sagittal T2 FSE PROPELLER</i> – <i>Sagittal T2 FSE</i>	<0,001	Ada perbedaan signifikan

Nilai *p* (*Asymp. Sig.*) <0,001, yang berarti lebih kecil dari 0.05 maka *Ho* ditolak dan *Ha* diterima, ini menunjukkan bahwa perbedaan antara penilaian informasi anatomi menggunakan kedua sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* di Instalasi Radiologi Sentra Medika Hospital Minahasa Utara adalah signifikan secara statistik. Adanya perbedaan signifikan antara penilaian menggunakan kedua sekuen ini secara statistik *Sagittal T2 FSE PROPELLER* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *Sagittal T2 FSE*.

Selanjutnya informasi citra yang lebih baik antara sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 PROPELLER* pada pemeriksaan MRI *Cervical* dapat dilihat dari *Mean Rank* pada tabel berikut

Tabel 5. Hasil Uji Wilcoxon Mean Rank Anatomi Sekuen T2 FSE dan T2 FSE PROPELLER

No	Anatomi	Sekuen	<i>Mean Rank</i>
1	<i>Spinal Cord</i>	T2 FSE	0.00
		T2 FSE PROPELLER	1.00
2	<i>Cerebro Spinal Fluid</i>	T2 FSE	0.00
		T2 FSE PROPELLER	5.50
3	<i>Discus Intervertebralis</i>	T2 FSE	2.50
		T2 FSE PROPELLER	2.50
4	<i>Corpus Vertebrae</i>	T2 FSE	0.00
		T2 FSE PROPELLER	4.50

Berdasarkan hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* yang ditunjukkan dalam Tabel 4, sekuen T2 FSE PROPELLER secara umum memberikan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan T2 FSE konvensional pada empat struktur anatomi *cervical*. Pada *Spinal Cord*, T2 FSE PROPELLER memiliki *Mean Rank* sebesar 1.00, sementara T2 FSE hanya 0.00, menunjukkan sedikit keunggulan PROPELLER dalam menampilkan citra *Spinal Cord*. Untuk *Cerebro Spinal Fluid* (CSF), perbedaan lebih mencolok, di mana T2 FSE PROPELLER memiliki *Mean Rank* 5.50, jauh lebih tinggi dari 0.00 untuk T2 FSE, menunjukkan bahwa PROPELLER secara konsisten memberikan citra yang lebih baik.. Pada *Discus Intervertebralis*, kedua sekuen memiliki *Mean Rank* yang sama yaitu 2.50, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam kualitas citra di antara keduanya. Namun, untuk *Corpus Vertebrae*, T2 FSE PROPELLER sekali lagi menunjukkan keunggulan dengan *Mean Rank* 4.50 dibandingkan 0.00 untuk T2 FSE. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa T2 FSE PROPELLER umumnya menghasilkan citra yang lebih baik atau setara dibandingkan dengan T2 FSE konvensional,

terutama dalam menampilkan *Cerebro Spinal Fluid* dan *Corpus Vertebrae*, sementara pada *Discus Intervertebralis* tidak ada perbedaan signifikan antara kedua sekuen.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, Penulis menganalisa dua jenis sekuen MRI, yaitu *Sagittal T2 Fast Spin Echo (FSE)* dan *Sagittal T2 FSE PROPELLER* yang dapat digunakan untuk memeriksa pasien MRI *Cervical* dengan indikasi *Cervical Root Syndrome*. Hasil Analisa dari kedua sekuen dapat dilihat dari pembahasan berikut ini

Perbedaan Informasi Citra Anatomi dengan Menggunakan Sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 PROPELLER* pada Pemeriksaan MRI *Cervical*

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan, jelas terdapat perbedaan signifikan antara sekuen T2 FSE dan T2 FSE PROPELLER, seperti yang ditunjukkan oleh hasil uji statistik *Wilcoxon* yaitu nilai p (Asymp. Sig.) $< 0,001$. Hasil uji ini menunjukkan bahwa sekuen T2 FSE PROPELLER jika diuji akan memberikan hasil yang lebih berbeda dengan T2 FSE, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Adhi Lukito & Murniati, n.d.) yang menunjukkan terdapat perbedaan citra secara keseluruhan yang signifikan antara sekuen T2 FRFSE dan sekuen T2 PROPELLER pada pemeriksaan MRI *Cervical* potongan *axial* karena memiliki p -value sebesar 0,001 ($p < 0,05$)

Informasi Citra yang Lebih Baik antara Sekuen *Sagittal T2 FSE* dan *Sagittal T2 PROPELLER* pada Pemeriksaan MRI *Cervical*

Dari hasil penelitian juga dapat dilihat bahwa sekuen T2 FSE PROPELLER menunjukkan keunggulan dalam memvisualisasikan beberapa struktur anatomi dibandingkan sekuen T2 FSE konvensional. Berdasarkan nilai *Mean Rank*, T2 FSE PROPELLER unggul dalam menghasilkan citra *Spinal Cord* (1.00 vs 0.00) dan *Cerebro Spinal Fluid (CSF)* (5.50 vs 0.00), menunjukkan citra yang lebih jelas dibandingkan T2 FSE. Untuk *Discus Intervertebralis*, kedua sekuen memiliki hasil yang sama (2.50), sementara pada *Corpus Vertebrae*, T2 FSE PROPELLER juga lebih baik (4.50 vs 0.00).

Perbedaan paling mencolok terlihat pada citra *Cerebro Spinal Fluid (CSF)*, di mana PROPELLER mampu memberikan informasi gambar yang jauh lebih baik, karena kemampuan teknik ini dalam mengatasi gangguan akibat gerakan yang dimana teknik PROPELLER menggunakan metode pengambilan sampel *non-cartesian* yang unik, di mana k -space diisi melalui strip berputar yang tumpang tindih secara periodik. Penggunaan PROPELLER terbukti efektif dalam mengurangi atau bahkan menghilangkan artefak gerakan, sehingga menghasilkan gambar dengan informasi yang lebih baik (Nguyen et al., 2019). Selain itu, *Corpus Vertebrae* juga divisualisasikan dengan lebih baik menggunakan sekuen PROPELLER, yang menunjukkan bahwa teknik ini dapat meningkatkan detail citra pada struktur tulang belakang. Meskipun demikian, untuk beberapa struktur seperti *Spinal Cord* dan *Discus Intervertebralis*, kedua sekuen menunjukkan informasi yang hampir sebanding.

Teknik PROPELLER ini telah diterapkan dalam pemeriksaan MRI lainnya seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Fadli Felayani, 2019 pada pemeriksaan MRI *Abdomen* yang menunjukkan penggunaan PROPELLER mampu menghasilkan informasi anatomi yang lebih optimal, terutama dalam memvisualisasikan tepi hati dan organ-organ *intraabdominal* lainnya. Teknik ini sangat berguna bagi pasien yang sulit menahan napas atau mereka yang berada di bawah sedasi. Selain itu teknik BLADE/PROPELLER ini juga diterapkan pada pemeriksaan MRI *Brain* yang dilakukan oleh Kadek Yuda Astina et al., 2017, yang hasilnya menunjukkan bahwa p value $< 0,001$ dan *mean rank* tertinggi 15,50 yang diraih menggunakan sekuen dengan teknik BLADE/PROPELLER ini. Penilaian keseluruhan informasi anatomi dalam penelitian

ini mengandalkan penilaian subjektif dari seorang radiolog yang memiliki pengalaman lebih dari 15 tahun dalam membaca dan menginterpretasikan citra MRI. Keahlian dan pengalaman yang luas dari radiolog tersebut memberikan landasan yang kuat untuk evaluasi, karena dapat mempengaruhi akurasi dan keandalan penilaian anatomi dalam penelitian ini.

Secara keseluruhan, penggunaan sekuen T2 FSE PROPELLER dalam pemeriksaan MRI *cervical* terbukti memberikan hasil yang lebih superior dibandingkan sekuen T2 FSE konvensional, terutama dalam mengatasi masalah artefak gerakan dan meningkatkan informasi citra CSF serta *Corpus Vertebrae*. Penggunaan teknik ini sangat direkomendasikan dalam kasus-kasus di mana gerakan pasien tidak dapat sepenuhnya dihindari, atau ketika diperlukan gambar dengan detail anatomi yang lebih jelas. Kombinasi antara pemendekan waktu pemindaian pada FSE dan kemampuan PROPELLER dalam mengurangi artefak membuat sekuen ini ideal untuk aplikasi klinis pada pemeriksaan MRI *cervical*. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ukuran sampel yang kecil (10 pasien), yang mungkin belum cukup mewakili populasi CRS secara umum. Selain itu, evaluasi subyektif oleh radiolog, meskipun andal, dapat memperkenalkan bias observasi. Penelitian lanjutan dengan sampel lebih besar dan analisis kualitas citra secara otomatis diperlukan untuk validasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dalam uji *Wilcoxon* terdapat perbedaan signifikan antara sekuen T2 FSE PROPELLER dan T2 FSE, dengan nilai $p = <0.001$. Sekuen T2 FSE PROPELLER memberikan citra yang lebih baik secara statistik yang dapat dilihat dari nilai CSF 5.50 dibandingkan 0.00 untuk T2 FSE, serta pada *Corpus Vertebrae* dengan *Mean Rank* 4.50 dibandingkan 0.00. Pada *Spinal Cord*, T2 FSE PROPELLER juga lebih baik, meski perbedaannya kecil. Namun, untuk *Discus Intervertebralis*, tidak ada perbedaan signifikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa sekuen *Sagittal* T2 FSE PROPELLER lebih unggul dibandingkan dengan sekuen *Sagittal* T2 FSE dalam pemeriksaan MRI *cervical* pada pasien dengan *Cervical Root Syndrome* (CRS). Dengan demikian, T2 FSE PROPELLER menjadi pilihan yang direkomendasikan untuk menghasilkan gambar yang lebih jelas dan diagnostik. Penelitian lebih lanjut dengan ukuran sampel yang lebih besar dan aplikasi pada patologi *cervical* lainnya diperlukan untuk memperluas manfaat teknik ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pembimbing, orang tua dan semua pihak yang turut serta membantu dan mendukung seluruh proses penelitian dan pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Lukito, S., & Murniati, E. (n.d.). Analisis Informasi Citra Antara Sekuens T2 Frfse Dengan T2 Propellerpada Pemeriksaan Mri Cervikal Potongan Axial Dengan Pesawat Mri Ge Signa 1,5 T Analysis Image Information Between T2 Frfse Sequences And T2 Propeller Sequences In Cervical Mri Examination Axial Slice With 1,5 T Ge Signa Mri Unit. In *JimeD* (Vol. 3, Issue 2).
- Alam, D. Y., Rauf, N., & Samad, B. A. (2017). *Perbandingan Parameter Waktu Relaksasi Transversal PROPELLER dan Waktu Relaksasi Transversal FLAIR pada Citra MRI (Magnetic Resonance Imaging)*.
- Dale, M. B. (n.d.). Brian M Dale, 2015, MRI Basic Principles and Applications. 2015.

- Fadli Felayani. (2019). *OPTIMASI CITRA MRI ABDOMEN DENGAN PENGGUNAAN PROPELLER Studi Penggunaan PROPELLER pada MRI Abdomen untuk Mereduksi Artefak Gerak, Meningkatkan Informasi Anatomi dan Kualitas Citra*. http://eprints.undip.ac.id/72400/1/Cover_dan_Halaman_Depan.pdf
- Gärtner, F. R., Marinus, J., van den Hout, W. B., Vleggeert-Lankamp, C., & Stiggelbout, A. M. (2020). The Cervical Radiculopathy Impact Scale: development and evaluation of a new functional outcome measure for cervical radicular syndrome. *Disability and Rehabilitation*, 42(13), 1894–1905. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1534996>
- Kadek Yuda Astina, I Nyoman Kusuma Yudiana, & Gatot Murti Wibowo. (2017). *Perbedaan Informasi Citra Anatomi Pemeriksaan MRI Otak Potongan Transversal Dengan Sekuens T1 Weighted Spin Echo Dan T1 Weighted Blade pada Pasien Uncooperative*.
- Nguyen, H. T., Shah, Z. K., Mortazavi, A., Pohar, K. S., Wei, L., Zynger, D. L., & Knopp, M. V. (2019). Periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction acquisition to improve motion-induced artifacts in bladder cancer imaging: Initial findings. *Medicine*, 98(42), e17075. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017075>
- Prakoso Sihono, B. (2023). DIAGNOSA DAN TATALAKSANA CERVICAL ROOT SYNDROME: LAPORAN KASUS. In *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan* (Vol. 10, Issue 3). <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/kesehatan>
- Shimamoto, H., Tsujimoto, T., Kakimoto, N., Majima, M., Iwamoto, Y., Senda, Y., & Murakami, S. (2018). Effectiveness of the periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (PROPELLER) technique for reducing motion artifacts caused by mandibular movements on fat-suppressed T2-weighted magnetic resonance (MR) images. *Magnetic Resonance Imaging*, 54, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2018.07.015>
- Westbrook. (2014). *Handbook of MRI Technique*.
- Westbrook. (2019). *MRI in Practice*.